

D 165

Aus dem Institut für Meereskunde  
an der Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel

---

Die Primärproduktion des Phytoplanktons  
der Schlei und des Windebyer Noors  
im Jahre 1972  
(Ein Vergleich von Methoden und Biotopen)

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel



vorgelegt von  
Sten Schiemann  
Kiel  
1974

Der Arbeit entstand unter Anleitung meines verehrten  
Lehrvaters, Herrn Professor Dr. J. Krey, dem ich beson-  
dere für das Vertrauen danken, das er mir bei der selbstän-  
digen Gestaltung der Untersuchung entgegenbrachte.

Für die In-Vita-Arbeiten stellte mir Herr Dr. Krey, Herr  
Keller aus Penzance, Herr Kötter aus Rostock,  
Herr Kötter aus Rostock und die Herren Kötter aus Rostock  
zur Verfügung.

Mein Dank gilt auch den Herren Kötter, die mir die Möglich-  
keit gaben, die Familie Kötter in Rostock an der Kötter-  
straße einzulassen, um die Arbeiten durchführen zu können.

Herr Dr. Kötter und Herr Kötter danken sich bei der Auswer-  
tung der 14. Prüfung für die Vermittlung der Benutzung eines  
Laboratoriums im Institut für Physikalische Chemie.

Herr Dr. Kötter dankt Herrn Kötter für die Unterstützung.

Referent: Prof. Dr. J. Krey

Korreferent: Herr Dr. H. Thiede

Tag der mündlichen Prüfung:

Zum Druck genehmigt: Kiel, den

22. JUNI 1974

Ger. Böhlken  
Dekan

Kiel, den 15. JULI 1974



Diese Arbeit entstand unter Anleitung meines verehrten Doktorvaters, Herrn Professor Dr. J. Krey, dem ich besonders für das Vertrauen danke, das er mir bei der selbständigen Gestaltung der Untersuchung entgegenbrachte.

Für die In-Situ-Arbeiten stellten mir freundlicherweise Herr Goetze und Herr Keller aus Fahrdorf, Herr Rohde aus Weseby, Herr Marten aus Sieseby und die Herren Mahrt aus Eckernförde ihre Boote zur Verfügung.

Conditio sine qua non der Untersuchung war die Möglichkeit, im Hause der Familie Kostrewa in Weseby an der Großen Breite einen einfachen Arbeitsplatz einzurichten, wofür ihr herzlich gedankt sei.

Herr Dr. Koske und Herr Rabsch berieten mich bei der Auswertung der  $^{14}\text{C}$ -Proben und vermittelten die Benutzung eines Zählgerätes im Institut für Physikalische Chemie.

Den Herren vom Wetteramt Schleswig verdanke ich Klimadaten.

## Inhaltsverzeichnis

|   | Seite |
|---|-------|
| 1. Einleitung   | 6     |
| 1.1. Zielsetzung  | 6     |
| 1.2. Beschreibung der Gewässer  | 8     |
| 2. Methoden und Material  | 10    |
| 2.1. Stationen und Intervalle der Probennahme   | 10    |
| 2.2. Hell-Dunkel-Flaschenmethode  | 11    |
| 2.2.1. Gewinnung und Exposition der Algen-<br>suspension  | 11    |
| 2.2.2. Sauerstoff-Methode   | 13    |
| 2.2.3. $^{14}\text{C}$ -Methode   | 16    |
| 2.2.4. Berechnung der täglichen Produk-<br>tionsraten   | 18    |
| 2.3. Bestimmung hydrographischer Parameter<br>(Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, pH,<br>Säurebindungsvermögen, Gesamtkohlensäure) | 18    |
| 2.4. Bestimmung von Chlorophyll und Seston  | 19    |
| 2.5. Partikelzählungen mit dem Coulter Counter  | 19    |
| 2.6. Lichtmessungen   | 20    |
| 2.7. Netzplankton   | 20    |
| 2.8. Verwendetes Material   | 21    |
| 3. Eigenschaften der Gewässer im Untersuchungs-<br>zeitraum   | 22    |
| 3.1. Temperatur   | 22    |
| 3.2. Salzgehalt   | 22    |
| 3.3. Sauerstoff   | 25    |
| 3.4. Wasserstoffionenkonzentration  | 27    |
| 3.5. Säurebindungsvermögen  | 29    |
| 3.6. Gesamtkohlensäure  | 30    |
| 3.7. Chlorophyll a  | 30    |
| 3.8. Seston   | 33    |
| 3.9. Partikelzählungen  | 33    |
| 3.10. Lichtverhältnisse (Sichttiefe, Photo-<br>metermessungen)  | 37    |
| 3.11. Netzphytoplankton   | 42    |
| 3.12. Utermöhl-Phytoplankton  | 43    |
| 3.13. Netzzooplankton   | 43    |

|   | Seite |
|---|-------|
| 4. Die Primärproduktion des Phytoplanktons  | 48    |
| 4.1. Vorbemerkungen   | 48    |
| 4.1.1. Repräsentanz der Ergebnisse  | 48    |
| 4.1.2. Bezugstiefe  | 49    |
| 4.2. Bruttoproduktion   | 50    |
| 4.2.1. Vertikalprofil   | 50    |
| 4.2.1.1. Produktionstiefe   | 50    |
| 4.2.1.2. Produktion im optimalen<br>Horizont (P <sub>max</sub> )  | 55    |
| 4.2.2. Produktion unter der Flächeneinheit  | 59    |
| 4.2.3. Verhältnis von O <sub>2</sub> - zu <sup>14</sup> C-Werten<br>und Dunkelfixierung von CO <sub>2</sub> | 63    |
| 4.3. Respiration und Nettoproduktion  | 67    |
| 4.3.1. Verhältnis von Respiration zu P <sub>max</sub>   | 67    |
| 4.3.2. Kompensationstiefe   | 68    |
| 4.3.3. Respiration unter Flächeneinheit<br>und Kritische Tiefe  | 70    |
| 4.3.4. Nettoproduktion unter der Flächen-<br>einheit  | 71    |
| 4.4. Erneuerungszeiten des Phytoplanktons   | 81    |
| 4.5. Ausnützung der Sonnenenergie   | 85    |
| 5. Beziehungen der Primärproduktion zu einigen Para-<br>metern  | 89    |
| 5.1. Temperatur   | 89    |
| 5.2. Nährstoffe und Licht   | 89    |
| 5.3. Phytoplankton  | 93    |
| 5.4. Indikatoren der Produktivität  | 94    |
| 6. Berechnungen des Produktionsintegrals nach<br>Modellvorstellungen  | 100   |
| 6.1. nach VOLLENWEIDER  | 100   |
| 6.2. nach STEELE  | 102   |
| 7. Die Primärproduktion in vergleichbaren Gewässern   | 106   |
| 8. Zusammenfassung  | 113   |
| 9. Literaturverzeichnis   | 115   |
| Abbildungsverzeichnis   | 134   |
| Datenanhang   | 135   |



## 1. Einleitung

### 1.1. Zielsetzung

Die Ostseeförde "Schlei" ist seit hundert Jahren Gegenstand biologischer Untersuchungen. Zuletzt war sie es während der Jahre 1965-1968 in chemischer, mikrobiologischer und planktologischer Hinsicht, jedoch liegen nur wenige Arbeiten zum Phytoplankton vor (s. KIELER MEERESF. 26 (2), 1970; mit einer Zusammenstellung der bisherigen Literatur).

Quantitative Angaben über einen längeren Zeitraum (1 Jahr monatliche Proben) beziehen sich auf die Biomasse, wie sie sich aus Zellzählungen oder indirekt über chemische Komponenten errechnen läßt (ELBRÄCHTER, 1970; LENZ, 1970 a).

Diese ist durchschnittlich 10 bis 20 mal, im inneren Abschnitt der Schlei 30 mal größer als in der westlichen Ostsee. Trotz der im allgemeinen noch als günstig bewerteten Sauerstoffverhältnisse (RHEINHEIMER, 1970 a) findet keine vollständige Mineralisation zu hochoxidierten Endprodukten statt, sondern die Faulschlammgebiete dehnen sich aus. (NELLEN, 1963, 1970 a). Diese Störung des biologischen Gleichgewichts ist die Folge einer andauernden Beladung mit Nährsalzen aus häuslichen und industriellen Abwässern, für deren Beurteilung, im Hinblick auf spätere Untersuchungen, die in diesem Ökosystem photosynthetisch neu gebildete organische Substanz zu kennen wichtig ist, da sie eine in Raum und Zeit beständigere Größe darstellt als Artenzusammensetzung und Biomasse (s. z. B. SCHINDLER et al., 1972; STEEMANN NIELSEN, 1964; WINBERG, 1966).

Im Jahre 1971 wurde damit begonnen, die Primärproduktion des Phytoplanktons der Schlei auf einer Station in situ zu bestimmen. 1972 kamen drei weitere Stationen und zum Vergleich eine Station im Windebyer Noor hinzu (Abb. 1). <sup>†</sup> Die Absicht war, einen ersten Einblick in die Größenordnung

---

<sup>†</sup>) Parallel hierzu bearbeitete JÜRGENS (Diss., in Vorb.) das Phytoplankton, zumal das Nanoplankton, in taxonomisch-ökologischer Hinsicht.



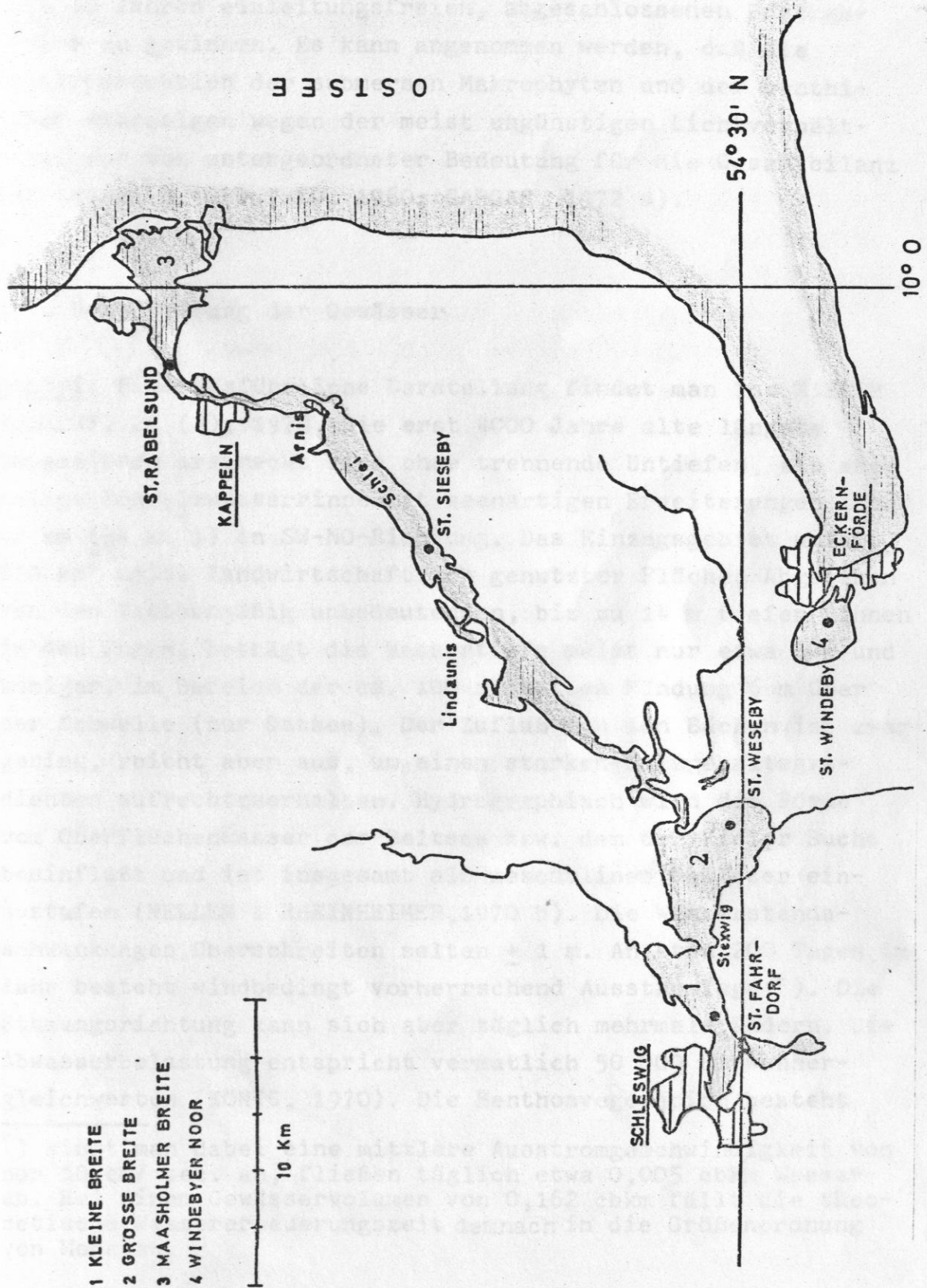


Abb. 1: Die Untersuchungsgewässer mit Lage der Stationen

der aktuellen photosynthetischen Kohlenstofffixierung in der wohl am stärksten eutrophierten Ostseeförde und in einem seit 10 Jahren einleitungsfreien, abgeschlossenen Brackgewässer zu gewinnen. Es kann angenommen werden, daß die Primärproduktion der submersen Makrophyten und der benthischen Mikroalgen wegen der meist ungünstigen Lichtverhältnisse nur von untergeordneter Bedeutung für die Gesamtbilanz ist (s. z. B. GRØNTVED, 1960; GARGAS, 1972 a).

### 1.1. Beschreibung der Gewässer

Schlei: Eine ausführliche Darstellung findet man in: KIELER MEERESF. 26 (2), 1970. Die erst 4000 Jahre alte längste Ostseeförde erstreckt sich ohne trennende Untiefen, als ehemalige Schmelzwasserrinne mit seenartigen Erweiterungen (über 42 km ( $54 \text{ km}^2$ )) in SW-NO-Richtung. Das Einzugsgebiet umfaßt  $670 \text{ km}^2$  meist landwirtschaftlich genutzter Fläche. Abgesehen von den flächenmäßig unbedeutenden, bis zu 14 m tiefen Rinnen in den Engen, beträgt die Wassertiefe meist nur etwa 3 m und weniger, im Bereich der ca. 100 m breiten Mündung 6 m über der Schwelle (zur Ostsee). Der Zufluß von den Bächen ist zwar gering, reicht aber aus, um einen starken Salzgehaltsgradienten aufrechtzuerhalten. Hydrographisch wird die Förde vom Oberflächenwasser der Beltsee bzw. dem der Kieler Bucht beeinflusst und ist insgesamt als mesohalines Gewässer einzustufen (NELLEN & RHEINHEIMER, 1970 b). Die Wasserstandsschwankungen überschreiten selten  $\pm 1 \text{ m}$ . An etwa 200 Tagen im Jahr besteht windbedingt vorherrschend Ausstromlage<sup>+</sup>). Die Stömungsrichtung kann sich aber täglich mehrmals ändern. Die Abwasserbelastung entspricht vermutlich 50 000 Einwohnergleichwerten (KÖNIG, 1970). Die Benthosvegetation besteht

<sup>+</sup>) Nimmt man dabei eine mittlere Ausstromgeschwindigkeit von nur 10 cm/sec. an, fließen täglich etwa 0,005 cbkm Wasser ab. Bei einem Gewässervolumen von 0,162 cbkm fällt die theoretische Wassererneuerungszeit demnach in die Größenordnung von Monaten.

wegen der sich ausdehnenden Faulschlammgebiete nur in der Maasholmer Breite gebietsweise noch aus Makrophyten (*Zostera* und *Fucus*). Die allochthone Zufuhr partikulärer Substanz ist vermutlich unbedeutend.

Windebyer Noor: Das 4,2 km<sup>2</sup> bedeckende fischreiche Noor bei Eckernförde stellt den einst durch einen Strandwall abgegliederten inneren Teil der Eckernförder Bucht dar. (s. BUCHHOLZ, 1952). Es ist nach Lotungen aus den 40iger Jahren bis 14 m, im Mittel etwa 8 m tief. Im Jahre 1856 führte der Dammbau zu einer Verringerung des Wasseraustauschs mit der Ostsee. Die 1874 erbaute automatische Schleuse bedingte eine Abnahme des Salzgehalts und das Aussterben der meisten marinen Organismen (MOEBIUS & HEINCKE, 1882; zit. n. NEB, 1952). Seit 1926 stellt ein Sjel mit Rohr die Verbindung zum Innenhafen der Stadt Eckernförde her. Seitdem schwanken Wasserstand und Salzgehalt sehr wenig. Dieser beträgt derzeit etwa 3,5 ‰ und weist das Noor als oligohalin aus (vgl. CASPERS, 1959). Das Sediment besteht nur an den tiefsten Stellen aus Faulschlamm, einer Ca-armen Gytja (UNGEMACH, 1960). Die Schleppnetzfischerei fördert bisweilen Konglomerate aus Sand und ausgefälltem Karbonat mit eingeschlossenen großen Schalen von *Mytilus edulis* und *Cardium edule*, die heute nicht mehr vorkommen, nach oben. Der Zufluß aus dem kleinen Einzugsgebiet und dem flachen Überlauf des benachbarten Schnaaper Sees ist gering. Seit 10 Jahren gelangen keine Abwässer mehr in das Noor. Trotzdem beobachtet man wie in der Schlei fast ganzjährig eine markante Vegetationsfärbung und starke Schaumbildung.



## 2. Methoden und Material

### 2.2. Stationen und Intervalle der Probennahme

In einem über 40 km langen Gewässer ist mit einem Forschungsschiff eine quasi-synoptische Messung der Primärproduktion in kürzeren zeitlichen und räumlichen Abständen allenfalls mit erheblichen Aufwand möglich, indem man, etwas problematisch, In-Situ- und Inkubatorverfahren kombiniert (s. z. B. HÜBEL, 1965). Da ein Schiff für Messungen dieser Art nicht zuverlässig verfügbar war, wählte ich (Abb. 1) im Jahre 1971 eine Position bei Weseby (WE) in der Großen Breite der Schlei, die als Optimalgebiet für Zooplankton gilt (LENZ, 1970 b). 1972 kamen die Stationen Fahrdorf (FA) bei Schleswig, Sieseby (SI) im mittleren Abschnitt, Rabelsund (RA) vor der Maasholmer Breite und eine Station im Windebyer Noor (WI) hinzu, das als nahezu stagnierendes Gewässer den Übergangstyp zu Seen darstellt. Die genannten Stationen in der Schlei repräsentierten auch Zonen der 4 Verunreinigungsstufen, wie sie sich aus mikrobiologischen Untersuchungen ergeben hatten (RHEINHEIMER, 1970 b,c). Sie konnten bei nicht zu starkem Wind relativ schnell mit Ruderbooten vom Ufer aus aufgesucht werden. In dem engen Fahrwasser bei Rabelsund wurden die Flaschen (s. u.) vor der Dampferbrücke am Nordufer (Gut Buckhagen) exponiert.

Beabsichtigt waren in der Schlei wöchentliche, im Noor vierzehntägliche Produktionsbestimmungen. Meistens wurden an einem Tage zwei Stationen nacheinander zum Ausbringen und Einholen der Flaschenserien aufgesucht: FA und SI, RA und WE, WE und WI. Bei WE wurde daneben häufiger gemessen. Fixe Expositions- und Inkubationszeiten konnten wegen des Umfanges der Untersuchungen und der zeitlich-abstandsmäßigen Verhältnisse nicht eingehalten werden. In der Regel erstreckten sich die In-Situ-Experimente über die Dauer eines halben Lichttages; bei RA waren es einige Stunden um die Mittagszeit (bis in den Nachmittag). Die Proben für die Begleitdaten wurden im allgemeinen während und nach dem Ausbringen der Serien gewonnen. Ein kleiner Arbeitsraum an der Großen Breite, nahe der Hauptstation WE, ermöglichte das schnelle Aufarbeiten eines Teiles



der Proben.

## 2.2. Hell-Dunkel-Flaschenmethode

Obgleich die Flaschenmethode seit 50 Jahren "mit Erfolg" angewendet wird, fehlen bis heute umfassende Untersuchungen zur Bedeutung der mit ihr gewonnenen Absolutwerte der Produktion (Respiration). Direkte Messungen über den In-Situ-Gaswechsel ( $O_2$ ,  $CO_2$  und pH) ergaben gegenüber der Flaschenmethode bis zu zweifach höhere Werte. Zur Problematik siehe z. B. SMAYDA (1957), DOTY & OGURI (1958), PRATT & BERKSON (1959), OHLE (1958, 1961), STRICKLAND (1960), VERDUIN (1957, 1960), PATTEN et al. (1963), MÜLLER (1966 b), VOLLENWEIDER (1969), MÜLLER & KNÖPP (1971), KALBE (1972), SCHINDLER & COMITA (1972).

### 2.2.1. Gewinnung und Exposition der Algensuspension

Wie zu erwarten und aus früheren Beobachtungen bekannt (NELLEN, 1970 a), war das Phytoplankton der Schlei meist ohne ausgeprägte Schichtung in der Wassersäule verteilt. GESSNER (1938, 1957) berichtet das gleiche von den etwa 6 m tiefen Rügensch Bodden. Auch im Windebyer Noor lassen Wind und Konvektion keine beständigen Gradienten bezüglich der gemessenen Parameter zu. Unter solchen Umständen ist die Phytoplanktonpopulation in der Wassersäule annähernd gleichartig hell-dunkel-adaptiert (STEEMANN NIELSEN & PARK, 1964), d. h. die Assimilation ist vor allem eine Funktion des gegenwärtigen Lichtangebots in den Horizonten. Deshalb schien es gerechtfertigt, für die Ermittlung der Primärproduktion ein aus verschiedenen Tiefen stammendes Mischwasser zu verwenden (s. auch VOLLENWEIDER, 1969, S. 63), denn (1.) ist das saubere stufenweise Schöpfen aus mehreren Tiefen einer nur wenige Meter hohen Wassersäule auch mit einem kleinen Schöpfer kaum ausführbar und hätte (2.) pro Tiefe mindestens 1 Initial- und 1 Dunkelflasche (s. u.) erfordert (mit der Sauerstoffmethode). Dies hätte (3.) eine

erhebliche Verlängerung der Manipulationszeiten mit sich gebracht. Außerdem ist die Anzahl der Flaschen beschränkt, die, neben anderem Gerät, bei jedem Wetter in einem kleinen Boot gehandhabt werden kann. An sehr windarmen Tagen wurden zur Kontrolle die Assimilationsraten der Algen aus der oberen und unteren Wasserschicht getrennt bestimmt.

TALLING (1965, 1966) stellte in Seen der gemäßigten und tropischen Breiten, bei gleichzeitiger Exposition von Serien, die gemischtes bzw. horizontweise gewonnenes Algenmaterial enthielten, mit der Sauerstoffmethode i. allg. geringe Unterschiede im Produktionsprofil fest.

Das mit einem nichttoxischen Ruttnerschöpfer gesammelte Probenwasser für die Serien wurde meist durch 200- $\mu$ m-Gaze gefiltert, um zumindest das größere Zooplankton auszuschließen (STRICKLAND & PARSONS, 1968; TALLING, 1966). Der Verlust an Phytoplankton war dabei vernachlässigbar. Zu Zeiten hoher Assimilationstätigkeit kam es durch die mit der Filtration verbundene Wasserbewegung zu einer erwünschten Verringerung der Sauerstoffsättigung, so daß die Blasenbildung in den Flaschen verzögert wurde.

Das Entfernen des Netzplanktons mittels 20- $\mu$ m-Gaze (bei viel Seston 55- $\mu$ m-) ließ eine Nanoplanktonfraktion zurück. Zur Einteilung der Größengruppen siehe LOHMANN (1903), CUSHING et al. (1958), DUSSART (1965). Derartiges Fraktionieren ist nicht ideal, aber mit der Sauerstoffmethode nicht zu vermeiden, wenn man Aussagen zur Assimilation der verschiedenen Anteile des Phytoplanktons machen will. Während YENTSCH & RYTHER (1958) auch bei  $^{14}\text{C}$ -Messungen wie oben beschrieben vorgingen, trennten RODHE et al. (1958) erst nach Inkubation das Netzplankton mit 55- $\mu$ m-Gaze ab. Nach GLIWICZ et al. (1972) sind je nach Trophiegrad eines Gewässers unterschiedliche Auswirkungen der Fraktionierung zu erwarten; problematisch ist sie vor allem in oligotrophen Systemen.

Aus dem Sammelgefäß gelangte das Probenwasser in die fertig montierten (am Hals angeknoteten) Flaschen, deren Mittelpunkt sich etwa 10, 25, 50, 75, 100, 150, 250, (WI 450) cm

unter der Wasseroberfläche befanden. Die beiden Dunkelflaschen hingen zuunterst, evt. zusätzliche auch oben. Die Serien waren schattenlos an einer ca. 120 cm langen Stange befestigt, die, von sehr tragfähigen Schwimmern etwa 10 cm über Wasser gehalten, so an der Ankerleine befestigt wurde, daß sie möglichst quer zur Sonne lag, jede Wellenbewegung auf die Flaschen übertragend. Die Manipulationszeit mit Aushängen betrug pro Serie etwa 5 Min. ( $O_2$ -Methode) bzw. 10 Min. ( $^{14}C$ -Methode).

Pro Station wurden eine Gesamt- und eine Nanoplanktonserie bzw. eine Oberflächen- und eine Tiefenplanktonserie exponiert, da Parallelversuche eine hinreichende Übereinstimmung bezüglich Vertikalprofil und Produktionsintegral ergeben hatten (Tab. 2). Deshalb wurden auch die Alternativen: weniger Flaschen pro Serie, aber deren Verdoppelung, oder Verzicht auf Fraktionierung oder weniger Stationen, abgelehnt. Außerdem ist zu bedenken, daß an einem Meßtag mit zwei Stationen so schon 4 Stunden Titrationszeit und 1 Stunde Filtrationszeit anfallen.

Die benutzten 125-ml-Steilbrustflaschen aus Jenaer Glas transmittieren im Bereich der sichtbaren Strahlung etwa 98 %, wie unter In-Situ-Bedingungen (wassergefüllte Küvette) festgestellt wurde. <sup>+</sup>).

#### 2.2.2. Sauerstoffmethode

Sie wurde auf allen Stationen als Hauptmethode angewendet. (s. STRICKLAND, 1960; MÜLLER, 1966; STRICKLAND & PARSONS, 1968; VOLLENWEIDER, 1969; SCOR, 1971).

Bei relativ geringem technischen Aufwand ermöglicht die Methode Aussagen über die drei Komponenten des Produktionsgeschehens: Brutto- und Nettoproduktion, Respiration. Man kann auch unter Feldbedingungen genaue Inkubationszeiten einhalten, wonach die fixierten Proben ohne problematische

<sup>+</sup>) Ich danke Herrn Dr. Kusch vom Institut für Experimentalphysik für diese Messungen.



Behandlung mit Formalin oder Quecksilberchlorid bis zu 10 Stunden (GRASSHOFF, 1968) unbearbeitet bleiben können.

Die chemische Sauerstoffbestimmung erfolgte nach WINKLER in der Ausführung von GRASSHOFF (1962, 1968). Da in die Berechnung der Produktionskomponenten nur die Differenzbeträge der gemessenen Sauerstoffwerte eingehen, wurde darauf verzichtet, zur möglichen Steigerung der absoluten Genauigkeit die in Anbetracht des Gehalts an organischen und anorganischen Substanzen als Korrektiv allein in Frage kommende Joddifferenzmethode (OHLE, 1953) anzuwenden. (S. auch HEPHER, 1962; UHLMANN, 1966; KALBE, 1972; SCHINDLER & COMITA, 1972.)

Die Initialkonzentration sowie die Sauerstoffabnahme in den Dunkelflaschen wurden pro Serie doppelt bestimmt, die Hellflaschen in jeder Tiefe einfach ausgehängt. Titriert wurde der gesamte Flascheninhalt mit Hilfe einer Kolbenbürette. Die zumindest wöchentlich neu angesetzte Thiosulfatlösung gelangte durch einen dünnen Schlauch direkt in die Vorlage. Es erwies sich als vorteilhaft, die täglich neu hergestellte Stärkelösung in konzentrierter Form zuzugeben. Die zu Zeiten höchster Produktivität aufgetretenen Blasen (reiner Sauerstoff?) in den oberen Flaschen blieben unberücksichtigt. So wurden z. B. am 13.5.72 20 mg  $O_2$ /l (gelöst) gebildet. Nimmt man das Blasenvolumen mit maximal 1 ml = 1,4 mg  $O_2$  an, so sind dies 7 % Verlust. In die Berechnung der Produktion pro Flächeneinheit geht der Wert mit dem Faktor 0,175 oder 0,250 ein, wodurch sich der Endfehler auf 1-2 % verringert. Unter diesen Bedingungen macht also eine entweichende Blase die nachfolgende Sauerstoffbestimmung nicht illusorisch (STEEMANN NIELSEN, 1963).

Bezüglich des Konversionsfaktors für mg  $O_2$  zu mg C wurde ein Assimilationsquotient von 1,20 und ein Respirationsquotient von 0,85 angenommen, d. h.  $mg\ O_2 \times 0,32 = mg\ C$  (RYTHER, 1956; STRICKLAND, 1960; WINBERG, 1961; OHLE, 1962). Die Wahl "korrekter" PQ- und RQ-Werte ist ebenso wichtig wie praktisch unmöglich ohne begleitende physiologische oder kalorimetrische Messungen. Abhängig vom Alter der Phyto-



planktonpopulation, Nährstoffversorgung und Belichtung schwanken die Quotienten zwischen 1 und 3 bzw. 1 und 0,7, je nachdem, ob bevorzugt Kohlenhydrate oder Fette aufgebaut oder veratmet werden (RYTHER, 1956; FOGG, 1969).

Mit der Sauerstoffmethode können nach TALLING (1966) und STRICKLAND & PARSONS (1968) unter günstigen Bedingungen Produktionsraten von 2-3 mg C/m<sup>3</sup>/h bestimmt werden.

PATTEN et al. (1963) geben den "experimental error" der Einfachbestimmung mit maximal 1,8 % des Mittelwertes an. Für In-Situ-Versuche, die sich mit Titration etc. über 24 Stunden erstrecken, wird unter pessimistischen Annahmen die Genauigkeit ( $\alpha = 0,05$ ) schlechtestenfalls (als Standardabweichung) für die Bruttoproduktion  $0,15 \pm 0,30$  mg O<sub>2</sub>/l, für die Nettoproduktion und Respiration  $0,10 \pm 0,20$  mg O<sub>2</sub>/l. Die Präzision der Sauerstoffbestimmung nimmt mit der Temperatur zu.

Ein Hinweis auf die (an Proben aus der Schlei) erreichte Genauigkeit ergibt sich aus den folgenden Angaben. Der Variabilitätsquotient  $v$  stellt die Standardabweichung in Prozenten des arithmetischen Mittels dar:  $v = s \times 100/\bar{x}$  (WEBER, 1972).

20 Doppelbestimmungen aus jeweils einem Schöpfer :  $v = 0,25$  (0,00 - 0,71).

Tab. 1: Parallelbestimmungen aus einem Vorrat

| n  | $\bar{x}$                  | s     | v    |
|----|----------------------------|-------|------|
| 10 | 8,847 mg O <sub>2</sub> /l | 0,033 | 0,37 |
| 10 | 10,703 "                   | 0,026 | 0,24 |
| 19 | 11,866 "                   | 0,017 | 0,14 |

Wie aus Tab. 2 ersichtlich, gleichen sich die positiven und negativen Abweichungen vom Mittelwert in der Serie weitgehend aus, so daß der integrierte Wert (Produktion unter der Flächeneinheit) eine recht zuverlässige Angabe darstellt. SCHINDLER & COMITA (1972) berechneten aus <sup>14</sup>C-Daten einen mittleren Variabilitätsquotienten von 8,2 für 3 Parallelfaschen, STEEMANN NIELSEN (1952 a) für Doppelbestimmungen solche von 5-8.

Tab. 2: In-Situ-Primärproduktion nach der Sauerstoff-  
methode (relative Angaben für Stat. Weseby)

| Faktor für<br>Berechnung<br>des vertik.<br>Produktions-<br>Integrals | Hori-<br>zont<br>der<br>Hell-<br>flasch. | $\bar{x}$ Bereich<br>mg C/m <sup>3</sup> | mittlerer<br>v | n<br>Doppel-<br>serien |
|--|--|--|----------------|------------------------|
| 0,175  | 10 cm                                    | 438 (93-2200)                            | 8,9            | 20                     |
| 0,200  | 25 "                                     | 534 (99-2300)                            | 4,6            | 20                     |
| 0,250  | 50 "                                     | 363 (64-2128)                            | 10,9           | 20                     |
| 0,250  | 75 "                                     | 247 (41-1014)                            | 13,0           | 20                     |
| 0,375  | 100 "                                    | 164 (19-788)                             | 20,1           | 20                     |
| 0,750  | 150 "                                    | 88 ( 6-431)                              | 24,6           | 17                     |
| 1,000  | 250 "                                    | 37 ( 3-150)                              | 35,1           | 20                     |
| = 3,000  | Dunkel-<br>flasch.                       | 79 (26-354)                              | 6,0            | 20                     |
|  | Prod.-<br>Integral                       | 502 (10-1781)                            | 5,1            | 20                     |

### 2.2.3. <sup>14</sup>C-Methode

STEEMANN NIELSEN (1952) führte das seit 40 Jahren bekannte Prinzip, Stoffwechselvorgänge mit radioaktiven Indikatoren zu verfolgen, in die Meereskunde ein.

Den Versuchsflaschen wurde mit einer medizinischen Spritze jeweils der Inhalt einer nach seiner Vorschrift hergestellten 1-ml-Ampulle mit NaH<sup>14</sup>CO<sub>3</sub>-Lösung von 4  $\mu$  Ci zugegeben, bezogen von der International Agency for <sup>14</sup>C Determination in Søborg (Dänemark), die auch die Impulszählung an den eingesandten Filtern vornahm. Außerhalb der Wintermonate hätten 1  $\mu$  Ci genügt, weil die Zählraten dann in einem für die Meßapparaturen (Geigerzähler) günstigeren Bereich geblieben wären. Für die Berechnung der Bruttoproduktion wurde der Faktor 1,06 eingesetzt (STEEMANN NIELSEN, 1958, 1965).

10 ml jeder Flasche wurden bei leichtem Unterdruck (bis 0,5 atm) durch Membranfilter ( $0,2 \mu$  angegebene Porenweite) mit unterlegtem groben Papierfilter gesogen. Eine zweite Probe der Anfangsflaschen wurde zuletzt filtriert; deren Zählraten erreichten 90-99 % der Anfangsraten. Das Filtrieren der unfixierten Proben war eine Stunde nach Beendigung der Inkubation abgeschlossen. Die Behandlung der Filter mit HCl-Dämpfen bewirkte keine Verringerung der Zählraten. Die Selbstabsorption blieb unberücksichtigt in Anbetracht des Verhältnisses von maximal zu erwartenden Sestonwerten zur Filterfläche von  $3 \text{ cm}^2$  (vgl. SCOR, 1971). Es wurde angenommen, daß die durch kleine Probenvolumina entstandene Ungenauigkeit der Impulsraten nicht schwerer wiegt, als die bei größerer Filterbeladung durch die Korrektur der Selbstabsorption bedingte. MC MAHON (1973) weist darauf hin, daß bei kleinen Filtrationsvolumen Überschätzungen der Zählraten durch  $^{14}\text{C}$ -Adsorption an das Filter möglich sind.

Der Gesamtkohlendioxidgehalt des Wassers wurde (1.) nach einer Methode bestimmt, die HÜBEL (1965) für  $^{14}\text{C}$ -Experimente in den Rügenschcn Gewässern entwickelte: Der mit 5 %iger NaOH-Lösung am Ort fixierte Gesamt- $\text{CO}_2$ -Gehalt einer filtrierten Wasserprobe ( $20 \mu\text{m}$ ) wird in einem Warburgapparat mit gesättigter Oxalsäurelösung als  $\text{CO}_2$  freigesetzt. HÜBEL gibt die Genauigkeit der Doppelbestimmung mit  $\pm 0,3 \text{ mg CO}_2/\text{l}$  an. Wegen der Schwierigkeit, die NaOH-Lösung wirklich  $\text{CO}_2$ -frei halten beträgt die Genauigkeit hier nicht mehr als  $\pm 1-2 \text{ mg C/l}$ . Für die Berechnung der  $^{14}\text{C}$ -Produktionsraten wurde (2.) nach BUCH (1945) mit den für Ostseewasser bestimmten Dissoziationskonstanten der Kohlensäure über Temperatur, pH, Alkalinität und Chloridgehalt der Gesamt- $\text{CO}_2$ -Gehalt ermittelt.



#### 2.2.4. Berechnung der täglichen Produktionsraten

Die Extrapolation der durch stundenweise Inkubationen gewonnenen Produktionswerte auf den Lichttag ist sehr schwierig. Ein verbreitetes Verfahren besteht darin, die gemessenen Raten mit dem Faktor zu erweitern, der sich aus dem Verhältnis der täglichen Gesamteinstrahlung zu deren Anteil während der Inkubation ergibt. Voraussetzung ist jedoch, daß das Licht die Produktion entscheidend limitiert, was z. B. für die nährstoffarme Ostsee meist nicht zutrifft.

Die Ergebnisse von eigenen Untersuchungen an 8 Tagen mit einigermaßen beständigen Wetterbedingungen weisen auf eine erhöhte Assimilationstätigkeit in der ersten Tageshälfte und auf Abnahme der Assimilations- und Respirationenwerte mit länger werdender Expositionsdauer hin (Stat. Weseby: 15.5.71; 19.5., 18.6., 25.6., 2.7., 27.8., 8./9.10., 22.10.72). Die Nachmittagswerte wurden daher mit dem Faktor 1,16 erweitert, die Ganztagswerte mit 1,20. Die Respirationenraten wurden linear extrapoliert. Für Zwischenrechnungen ergab sich die Assimilationszeit aus dem Lichttag, abzüglich 2 Stunden. Zur Problematik der Tagesrhythmen von Photosynthese und Chlorophyllgehalt der Zellen siehe z. B. OHLE (1961), LORENZEN (1963), MALONE (1971), RENK (1972).

#### 2.3. Bestimmung hydrographischer Parameter

Temperatur: auf  $1/10^{\circ}\text{C}$  am Thermometer im Ruttnerschöpfer abgelesen.

Salzgehalt: titrimetrisch über Chlorid mit Silbernitratlösung gegen Kaliumchromat. 10 ml Vorlage. Die Unregelmäßigkeiten des Ionenverhältnisses in Brackwässern wirken sich erst auf die zweite Dezimale aus. Die Silbernitratlösung wurde mit Kopenhagener Normalwasser eingestellt.

Wasserstoffionenkonzentration: stationäres Netzgerät der Firma KNICK mit Einstabmeßkette. Ablesemöglichkeit: 0,01 pH.



Sauerstoff: s. 2.2.2. Eine 125-ml-Flasche pro Horizont. Die Sättigungswerte wurden nach einem Nomogramm von CARPENTER (in: GILBERT, 1968) ermittelt.

Säurebindungsvermögen (SBV, Alkalinität): 100 ml filtriertes Wasser ( $20\text{ }\mu\text{m}$ ) wurden mit 1/10 n Salzsäure gegen einen Mischindikator (Methylrot + Bromkresolgrün) titriert.

Gesamtkohlensäure: s. 2.2.3.

#### 2.4. Bestimmung von Chlorophyll a und Seston

Chlorophyll a: nach der SCOR/UNESCO-Methode (vgl. STRICKLAND & PARSONS, 1968). Homogenisation des Materials nach DERENBACH (1969). Je nach Planktonzusammensetzung konnten 40-400 ml Wasser filtriert werden. Zuvor wurden die Glasfaserfilter (WHATMAN GF/C,  $2,5\text{ cm } \varnothing$ ,  $1-2\text{ }\mu\text{m}$  Porenweite) mit etwa 3 ml einer 1 %igen Magnesiumkarbonatsuspension bedeckt, um das Entstehen von Phäophytin durch Säure möglichst hintanzuhalten. Nach etwa 14tägiger Lagerung bei  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  wurden sie aufgearbeitet. Meistens erfolgte nur eine Bestimmung pro Planktonfraktion.

Für 65 Doppelmessungen im Bereich von  $1 - 245\text{ }\mu\text{g Chl./l}$  ergab sich ein mittlerer Variabilitätsquotient von  $v = 6,1$  (0,0-28,3). Die relative Genauigkeit nimmt mit dem Chlorophyllgehalt der Probe zu.

Seston: Mit dem Filtrationsrückstand von 30-500 ml Probenwasser auf Glasfaserfiltern wurde in der üblichen Weise verfahren (KREY, 1950; LENZ, 1971). 1 Filter pro Probe.

#### 2.5. Partikelzählungen mit dem Coulter Counter

An vorfiltriertem ( $200\text{ }\mu\text{m}$ ) aber sonst unbehandelten Wasser der Stat. Weseby wurde die Partikelzahl und daraus das entsprechende Volumen (als Kugelvolumen) der Teilchen von  $2 - 80\text{ }\mu\text{m}$  Durchmesser mit einem elektronischen Gerät der Fa. COULTER ELECTRONICS, Modell B, bestimmt. Insgesamt 20 Größenstufen.

100- und 200- $\mu$ m-Tubus. Die Genauigkeit in den beiden oberen Stufen (2 - 6  $\mu$ m  $\emptyset$ ) war mangels Verdünnung der Suspension, die der untersten mangels Konzentrierung vermindert. Jedoch leidet die Volumenbestimmung darunter weniger, denn wegen der Geometrie der Meßvorrichtung werden mehrere sehr kleine Teilchen als ein größeres der nächsten Stufe registriert (PRINCEN & KWOLEK, 1965).

Der Mittelwert der Zählraten einer Stufe ergab, multipliziert mit dem Mittelwert der zugehörigen Volumenklasse, das Partikelvolumen  $\pm$  35 %. Einzelheiten des Verfahrens sind bei SHELDON & PARSONS (1967) angegeben.

## 2.6. Lichtmessungen

Sichttiefe: Sie wurde häufig mit einer 50 cm breiten Kunststoffsecchischeibe (ohne Sichtrohr) bestimmt.

Photometermessungen: Über den Zeitraum eines Jahres wurde bei der Stat. Weseby 22 mal die vertikale Lichtverteilung mit einem Unterwasserphotometer der Fa. DR. LANGE (Berlin) aufgenommen. Um optische Überlastungen des Gerätes an der Oberfläche zu vermeiden, wurde eine neutrale Mattscheibe vorgelegt (STRICKLAND, 1965).

Die vom Wetteramt Schleswig übernommenen Globalstrahlungswerte wurden mit einem Gerät der Fa. KIPP & ZONEN (Delft) gemessen.

## 2.7. Netzplankton

Die vertikalen Planktonfänge mit einem einfachen 55- $\mu$ m-Netz (50 cm Öffnungsweite) dienten zur groben Abschätzung der dominierenden Anteile: Cyanophyceen, Diatomeen, Dinophyceen; Rotatorien, Copepoden, Cladoceren; Larven.

## 2.8. Verwendetes Material (vgl. Anhang wegen der Einzeldaten)

|                         | Messungen an n Tagen |      |           |    |    |
|-------------------------|----------------------|------|-----------|----|----|
|                         | 1971                 | 1972 |           |    |    |
|                         | WE                   | WE   | FA und SI | RA | WI |
| Primärproduktion, $O_2$ | 54                   | 133  | 45        | 38 | 29 |
| " , $^{14}C$            |                      | 26   |           |    |    |
| Temperatur              | 61                   | 131  | 49        | 40 | 25 |
| Salzgehalt              | 53                   | 71   | 46        | 40 | 22 |
| Sauerstoff              | 48                   | 93   | 46        | 40 | 25 |
| Chlorophyll             | 30                   | 110  | 48        | 40 | 25 |
| Säurebindungsverm.      | 28                   | 70   | 45        | 40 | 22 |
| Gesamtkohlensäure       |                      | 50   | 30        | 28 | 16 |
| Wasserstoffionenk.      |                      | 100  | 45        | 40 | 23 |
| Seston                  |                      | 55   | 40        | 40 | 20 |
| Partikelzählungen       | 5                    | 30   |           |    |    |
| Sichttiefe              | 50                   | 90   | 47        | 40 | 24 |
| Photometermessungen     | 13                   | 9    |           |    |    |



### 3. Eigenschaften der Gewässer im Untersuchungszeitraum

#### 3.1. Temperatur

Schlei: Bereich pro Horizont:  $-0,2 - 29,0^{\circ}\text{C}$ , in der durchmischten Wassersäule bis  $24,7^{\circ}\text{C}$ . Wegen der geringen Tiefe folgt der Gang der Wassertemperatur (Abb. 2) eng dem der darüberliegenden Luftmassen. Außerhalb der Einstromlagen unterscheiden sich die Temperaturen von Kleiner Breite und äußerer Schlei bis RA nur um wenige Zehntelgrade. Oft wurden bei SI höhere Werte als im inneren Abschnitt angetroffen (vgl. auch BOCK, 1956; zit. n. NELLEN, 1963). Die vertikalen Unterschiede bleiben meist unter  $2^{\circ}\text{C}$ .

Von Januar bis Anfang März schwankten die Temperaturen im inneren Abschnitt zwischen  $-0,2$  und  $3,5^{\circ}$ . 1971 bestand insgesamt während 3 Wochen eine feste Eisdecke, 1972 von Mitte Januar bis Anfang März. Danach erwärmte sich das Wasser bis zur zweiten Julihälfte auf über  $20^{\circ}$ . Von Mitte September bis Anfang März wurden häufig Inversionen registriert, wobei im Sediment um bis zu  $2^{\circ}$  höhere Temperaturen als in der unmittelbar darüberliegenden Wasserschicht gemessen werden konnten.

Windebyer Noor: Auch hier stabilisierte sich trotz der größeren Wassertiefe nie eine markante Schichtung. Die Jahreskurve verläuft nahe der Schlei.

#### 3.2. Salzgehalt

Schlei: Während der beiden Untersuchungsjahre blieben fast alle Werte oberhalb von 5 ‰ (Abb. 3). Maxima: FA 12,8 ‰, RA 18,8 ‰. In Übereinstimmung mit den Befunden von NELLEN & RHEINHEIMER (1970 b) blieben die vertikalen Salzgehaltsunterschiede meist im Bereich von 0,1-1,0 ‰.

Im niederschlagsarmen Jahr 1971 ging der Salzgehalt zunächst von 8 auf 6 ‰ im Juni zurück, um danach auf mehr als 10 ‰ anzusteigen. 1972 waren die höheren Winterwerte bis April auf das sommerliche Niveau gesunken (RA 13,0; SI 10,5; WE 6,5; FA 5,5 ‰), das bis September bestand. Der Jahresgang des Salzgehalts in der Schlei scheint von dem

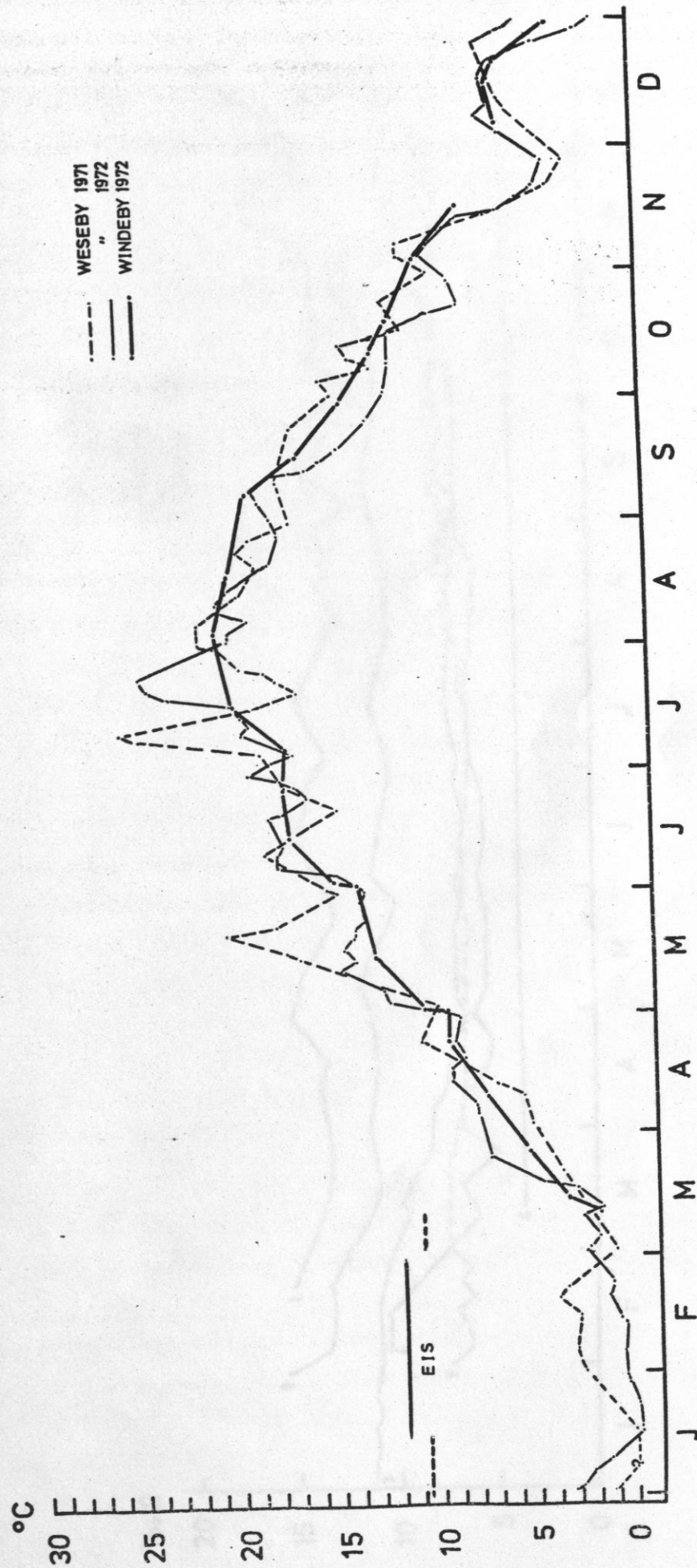


Abb. 2: Jahresgang der Wassertemperatur (mittlere Wassertiefe)

1 RABELSUND 1972  
 2 SIESEBY "  
 3 WESEBY "  
 4 FAHRDORF "  
 5 WESEBY 1971  
 6 WINDEBY 1972

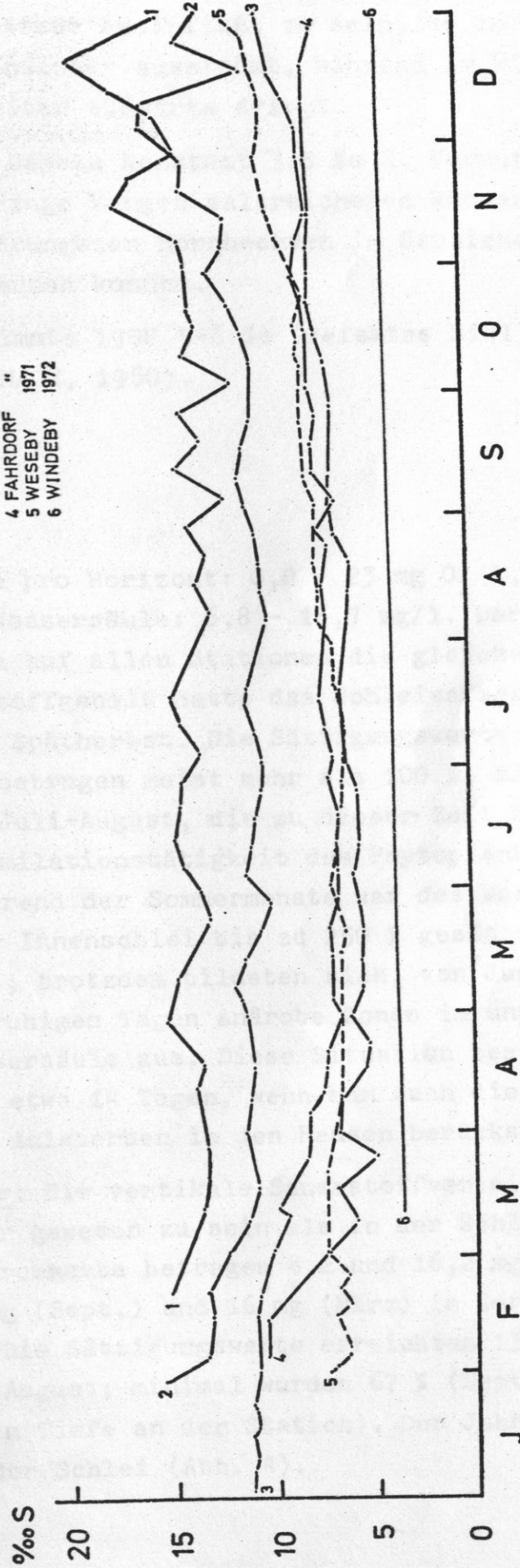


Abb. 3: Jahresgang des Salzgehalts (mittlere Wassertiefe)



der westlichen Ostsee beeinflusst zu sein, wo im Sommer salzarmes Oberflächenwasser ausströmt, während im Winter schwereres Beltseewasser weiter südwärts dringt.

Windebyer Noor: Nahezu konstant 3,5 ‰ S. Vermutlich flossen gelegentlich geringe Mengen salzreicheren Wassers ein, wie man es an eingedrungenen Hornhechten im östlichen Gewässerteil einmal erkennen konnte.

NEB (1952) bestimmte 1950 5-6 ‰ (defektes Siel), OHLE 1954 4,2 ‰ (s. UNGEMACH, 1960).

### 3.3. Sauerstoff

Schlei: Bereich pro Horizont: 0,0 - 23 mg O<sub>2</sub>/l, in der durchmischten Wassersäule: 6,8 - 16,7 mg/l. Der Jahresgang (Abb. 4) zeigte auf allen Stationen die gleiche Tendenz. Den größten Sauerstoffgehalt hatte das Schleiwasser im Frühjahr bis Mai und im Spätherbst. Die Sättigungswerte oberhalb des 2-m-Horizonts betrugen meist mehr als 100 ‰; mit Maxima im März, Mai und Juli-August, die zu dieser Zeit besonders intensive Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons widerspiegelnd. Während der Sommermonate war das Wasser der Oberschicht in der Innenschlei bis zu 250 ‰ gesättigt (stunden- bis tageweise); trotzdem bildeten sich, von Juni bis September, an ganz ruhigen Tagen anärobe Zonen im unteren halben Meter der Wassersäule aus. Diese Situation bestand 1972 vermutlich an etwa 14 Tagen, wenn man auch die Berichte von Fischern über Aalsterben in den Reusen berücksichtigt.

Windebyer Noor: Die vertikale Sauerstoffverteilung scheint ausgeglichener gewesen zu sein als in der Schlei. Die ange-troffenen Extremwerte betragen 8,2 und 16,2 mg O<sub>2</sub>/l pro Horizont, 9 mg (Sept.) und 16 mg (März) in der durchmischten Wassersäule. Die Sättigungswerte erreichten 130 ‰ im März und 115 ‰ im August; minimal wurden 67 ‰ (Sept.) am Boden angetroffen (8 m Tiefe an der Station). Der Jahresgang entspricht dem der Schlei (Abb. 4).

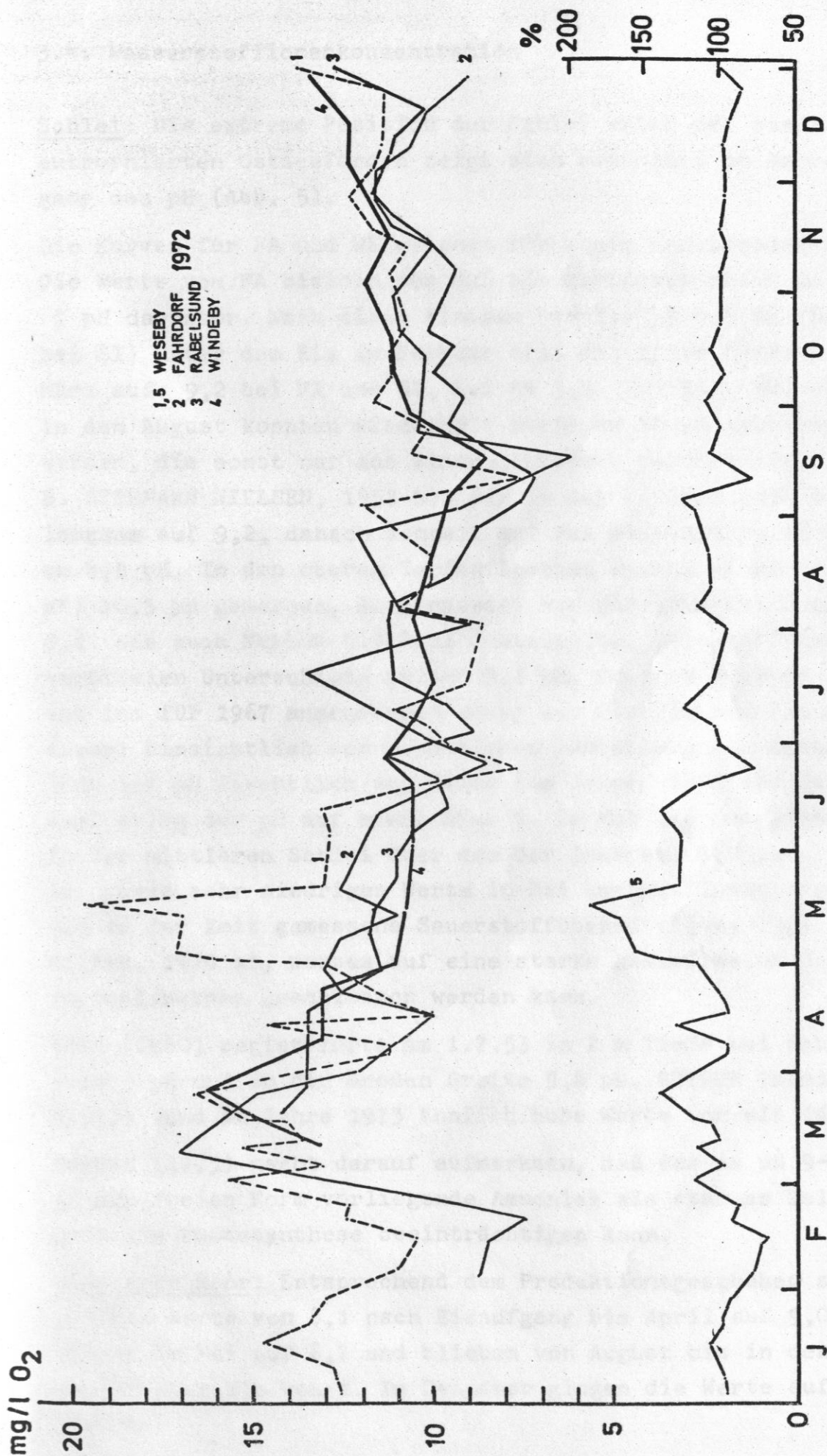


Abb. 4: Sauerstoffgehalt (oben) und -sättigung (unten) zur Mittagszeit  
(mittlere Wassertiefe)

### 3.4. Wasserstoffionenkonzentration

Schlei: Die extreme Position der Schlei unter den stark eutrophierten Ostseeförden zeigt sich besonders am Jahresgang des pH (Abb. 5).

Die Kurven für FA und WE weichen nur wenig voneinander ab. Die Werte von RA bleiben von Mai bis September meist um 1 pH darunter. Nach einem Minimum von 7,5 pH bei WE (8,1 bei SI) unter dem Eis im Februar trat das erste Maximum im März auf: 9,2 bei FA und SI, bei RA 9,0. Von Ende Mai bis in den August konnten wiederholt Werte um 10 pH gemessen werden, die sonst nur aus Binnengewässern bekannt sind (s. z. B. STEEMANN NIELSEN, 1952 b). Bis in den Oktober sank der pH langsam auf 9,2, danach schnell auf das winterliche Niveau um 8,2 pH. In den oberen Serienflaschen wurden einmal (16.5.72, WE) 10,5 pH gemessen, Ausgangswert vor der Inkubation war 9,8. Wie auch NELLEN (1970 b) feststellte, überschritten die vertikalen Unterschiede selten 0,1 pH. Dagegen weichen die von ihm für 1967 angegebenen Werte der Oberflächenmessungen sowohl hinsichtlich der monatlichen Verteilung als auch der Höhe des pH wesentlich von denen des Jahres 1972 ab: Nur im Juni stieg der pH auf etwas über 9. Im Mai lag das Niveau in der mittleren Schlei über dem der inneren: 9,0 bzw. 8,3 pH. Diese sehr niedrigen Werte im Mai kontrastieren gegen die zu der Zeit gemessene Sauerstoffübersättigung (vgl. RHEINHEIMER, 1970 a), woraus auf eine starke Assimilation des Phytoplanktons geschlossen werden kann.

BOCK (1960) registrierte am 1.7.53 in 2 m Tiefe bei Rabelsund 9 pH und in der Großen Breite 9,6 pH. RIEPER (mündl. Mitt.) fand im Jahre 1973 ähnlich hohe Werte vor wie 1972.

GARGAS (1973) macht darauf aufmerksam, daß das ab pH 9-10 in der freien Form vorliegende Ammoniak als starkes Zellgift die Photosynthese beeinträchtigen kann.

Windebyer Noor: Entsprechend dem Produktionsgeschehen stiegen die Werte von 8,1 nach Eisaufgang bis April auf 9,0 pH, sanken im Mai auf 8,7 und blieben von August bis in den November oberhalb von 9. Im Dezember gingen die Werte auf 8,5 zurück.



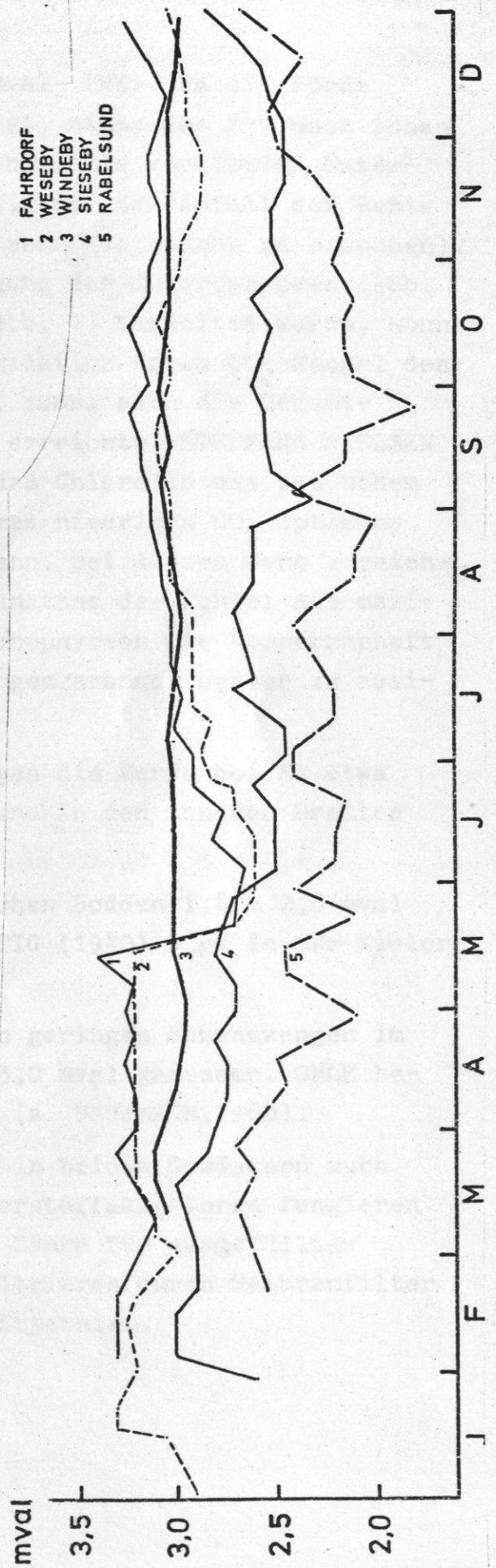
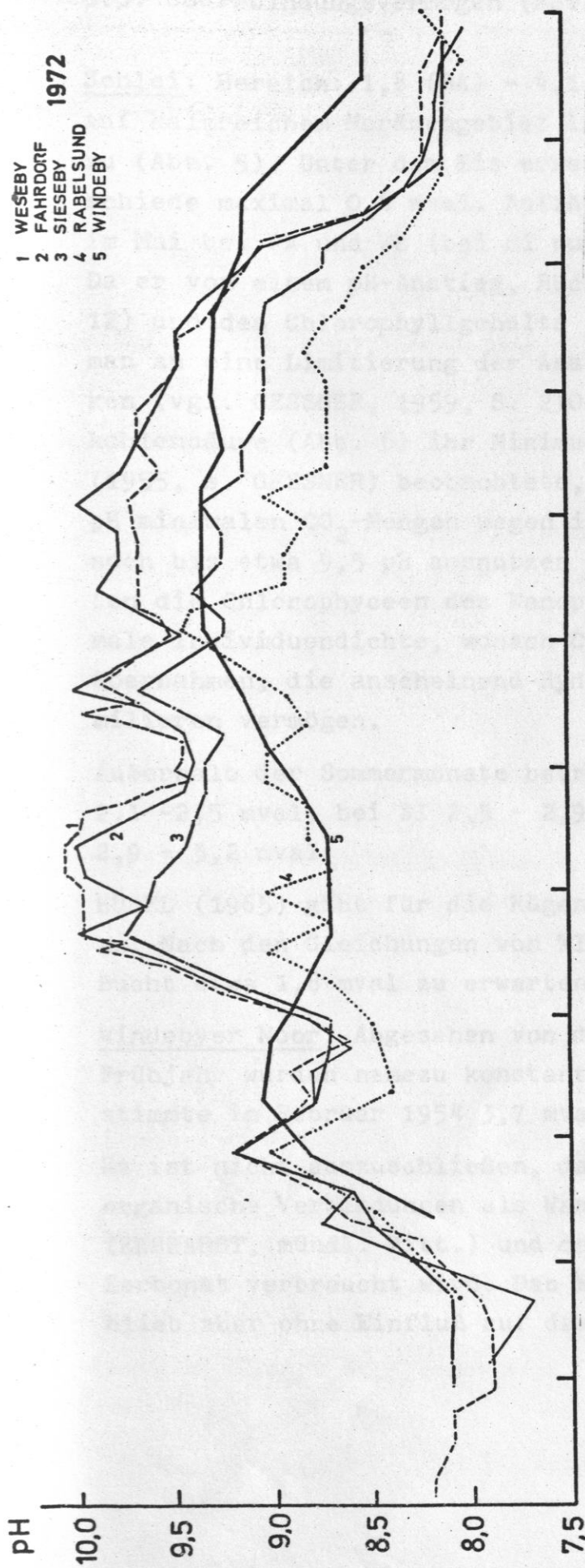


Abb. 5: Jahresgang des pH (oben) und des SBV (Alkalinität) (unten)

### 3.5. Säurebindungsvermögen (SBV)

Schlei: Bereich: 1,8 (RA) - 4,1 mval (WE). Da die Förde auf kalkreichem Moränengebiet liegt, nimmt das SBV nach innen zu (Abb. 5). Unter dem Eis erreichten die vertikalen Unterschiede maximal 0,6 mval. Auffällig war der Abfall der Werte im Mai bei FA und WE (bei SI nur sehr geschwächt zu erkennen). Da er von einem pH-Anstieg, Rückgang der Chlorophyceen (Abb. 12) und des Chlorophyllgehalts (Abb. 7) begleitet wurde, könnte man an eine Limitierung der Assimilation durch  $\text{CO}_2$ -Mangel denken (vgl. GESSNER, 1959, S. 210), zumal auch die Gesamtkohlensäure (Abb. 6) ihr Minimum erreichte. STEEMANN NIELSEN (1955, s. GESSNER) beobachtete, daß Chlorella die bei hohem pH minimalen  $\text{CO}_2$ -Mengen wegen ihres niedrigen  $\text{CO}_2$ -Optimums noch bis etwa 9,5 pH ausnutzen kann. Bei diesem Wert erreichten die Chlorophyceen des Nanoplanktons der Schlei die maximale Individuendichte, wonach Cyanophyceen die Vorherrschaft übernahmen, die anscheinend Hydrogenkarbonat besser zu assimilieren vermögen.

Außerhalb der Sommermonate betragen die Werte bei RA etwa 2,1 - 2,5 mval, bei SI 2,5 - 2,9 und in den inneren Breiten 2,9 - 3,2 mval.

HÜBEL (1965) gibt für die Rügenschcn Bodden 1,8 - 2,8 mval an. Nach den Gleichungen von WITTIG (1940) sind in der Kieler Bucht etwa 1,8 mval zu erwarten.

Windebyer Noor: Abgesehen von den geringen Schwankungen im Frühjahr wurden nahezu konstant 3,0 mval gemessen. OHLE bestimmte im Februar 1954 3,7 mval (s. UNGEMACH, 1960).

Es ist nicht auszuschließen, daß in beiden Gewässern auch organische Verbindungen als Wasserstoffakzeptoren fungieren (EHRHARDT, mündl. Mitt.) und daß Säure für ausgefälltes Karbonat verbraucht wird. Das Filtrieren durch Membranfilter blieb aber ohne Einfluß auf das Ergebnis.

### 3.6. Gesamtkohlensäure

Schlei: Bereich: 7 - 53 mg C/l mit der HÜBEL-Methode. Die nach BUCH berechneten Werte blieben meist darüber: 12 - 40 mg C/l (Abb. 6).

Erwartungsgemäß war der Gehalt des Wassers an anorganischem Kohlenstoff zur Zeit der Eisbedeckung am größten, nahm während der Hauptvegetationsperiode ab und erreichte im Spätherbst wieder hohe Konzentrationen. Auf den anderen Stationen (seit Juni berücksichtigt) war die Tendenz gleich.

Windebyer Noor: Die beiden Meßmethoden erbrachten hier etwas besser übereinstimmende Ergebnisse: etwa 25 - 35 mg C/l.

Im freien Weltmeer kann man nach STEEMANN NIELSEN (1952 a) mit einem Gesamtkohlensäuregehalt von  $90 \text{ mg CO}_2 \hat{=} 25 \text{ mg C/l}$  rechnen. HÜBEL (1965) bestimmte 9 - 23 mgC/l in der Boddenkette Rügens. In den (kalkreichen) Seen Schleswig-Holsteins können bis 60 mg C/l erwartet werden (OHLE, mündl. Mitt.).

Die schlechte Übereinstimmung der mit den beiden Methoden erhaltenen Ergebnisse macht deutlich, daß in den untersuchten Gewässern einfache Säure-Verfahren wohl nicht ausreichen, da mit Störungen durch chemische Ungleichgewichte und organische Verbindungen zu rechnen ist.

### 3.7. Chlorophyll a

Schlei: Bereich: 1 - 530  $\mu\text{g/l}$ . Die Tendenz der jahreszeitlichen Entwicklung war auf allen Stationen gleich, wenn auch bei RA wegen der Nähe zur Ostsee weniger deutlich (Abb. 7). Man erkennt wieder drei Maxima: im März (etwa 14 Tage), Mai (45 Tage) und im Juli-August (60 Tage). Während des Mai-Maximums verhielten sich die Chlorophyllkonzentrationen von innen nach außen etwa wie 5,8 (FA) : 5,5 (WE) : 3,2 (SI) : 1,0 (RA) : 0,2 (WI).

Windebyer Noor: Bereich: 20 - 120  $\mu\text{g/l}$  (ohne Jan. u. Febr.).



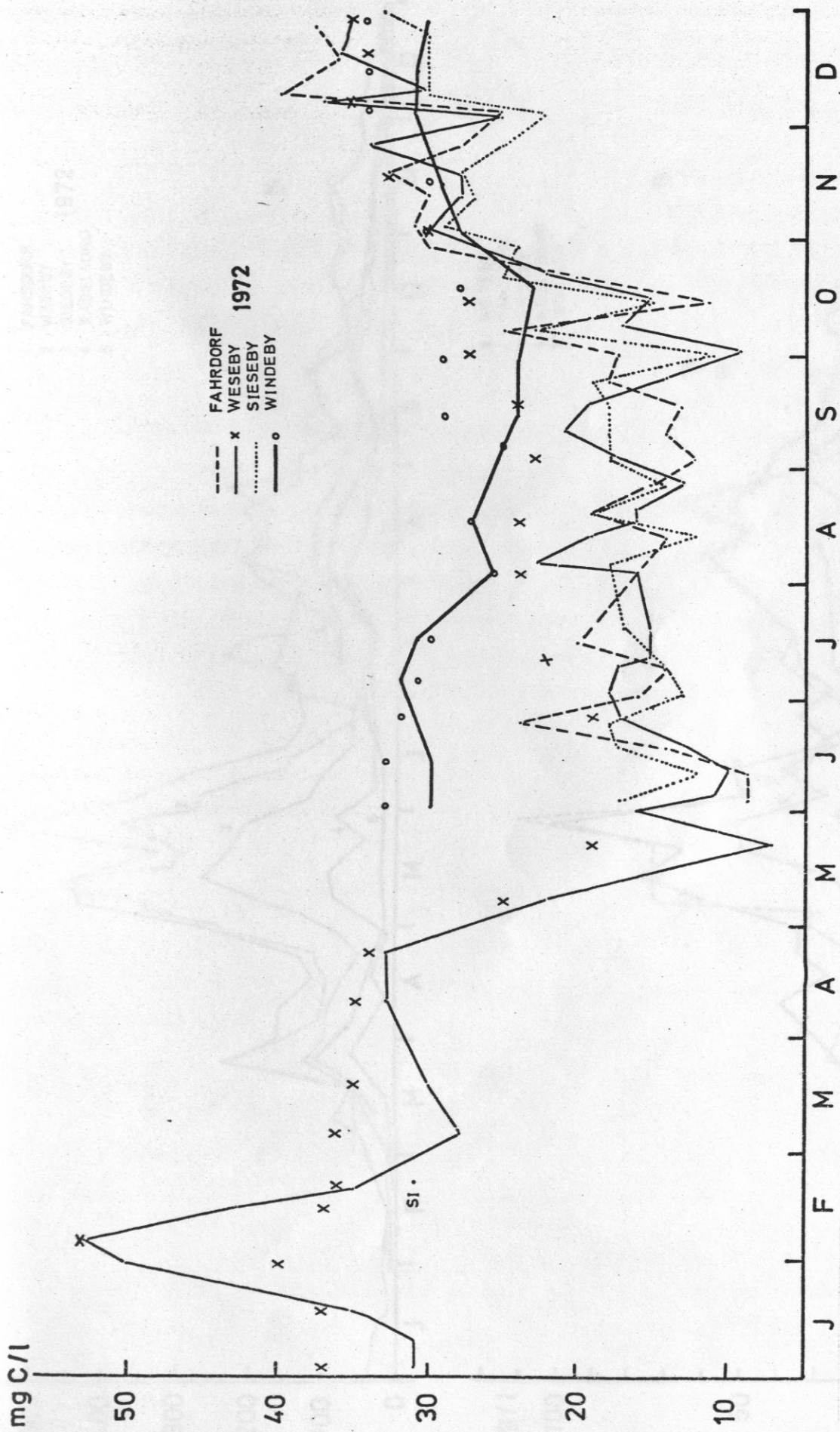


Abb. 6: Gesamtkohlendioxidgehalt des Wassers nach der HÜBEL-Methode und nach BUCH (x, o)

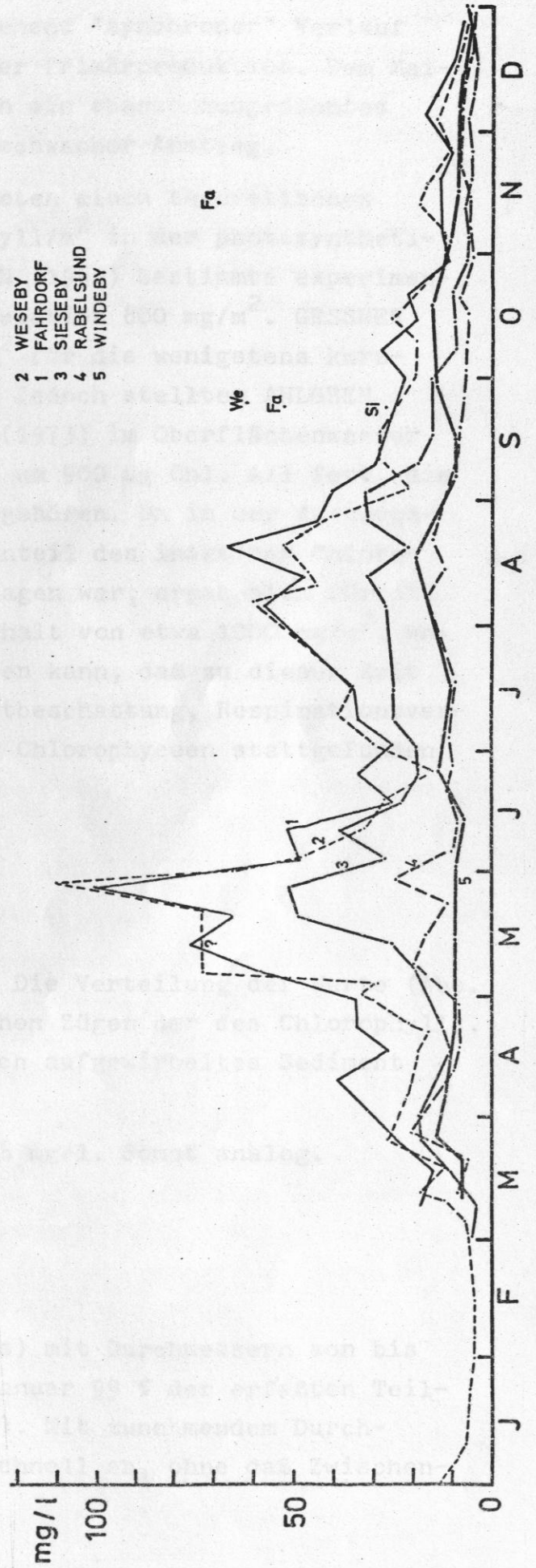
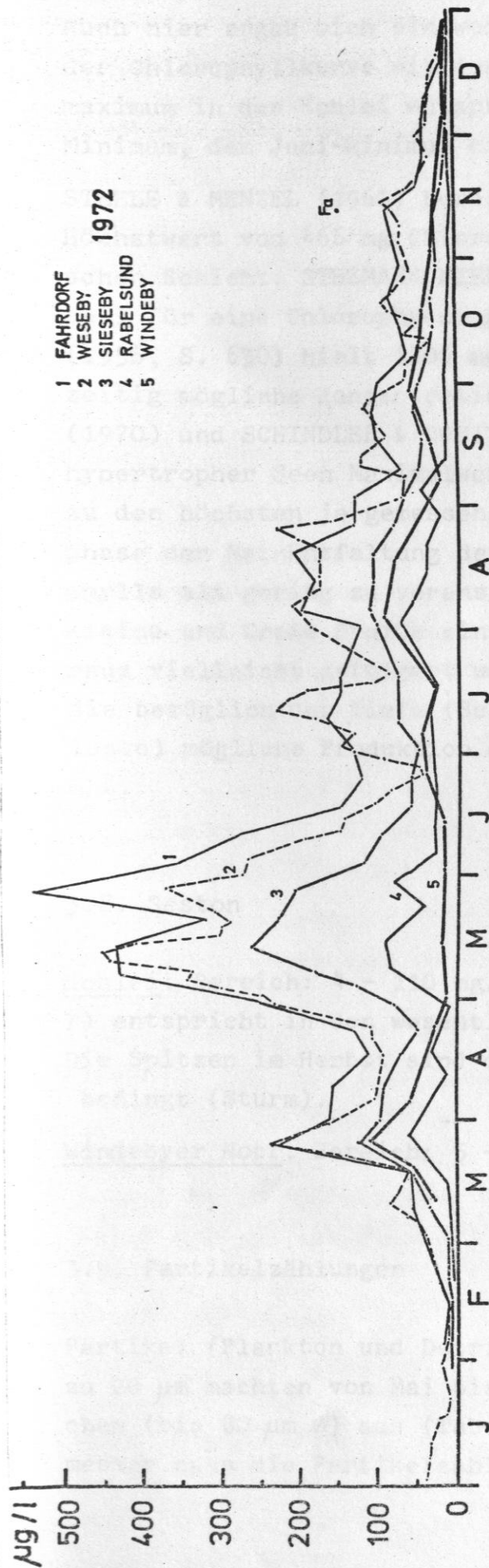


Abb. 7: Chlorophyll-a-Gehalt (oben) und Seston (unten), Mittelwerte der Wassersäule

Auch hier ergab sich ein weitgehend "synchroner" Verlauf der Chlorophyllkurve mit der der Primärproduktion. Dem Mai-maximum in der Schlei entsprach ein ebenso ausgedehntes Minimum, dem Juni-Minimum ein schwacher Anstieg.

STEELE & MENZEL (1961) berechneten einen theoretischen Höchstwert von  $466 \text{ mg Chlorophyll/m}^2$  in der photosynthetischen Schicht. STEEMANN NIELSEN (1962) bestimmte experimentell für eine Chlorophyceenpopulation  $800 \text{ mg/m}^2$ . GESSNER (1956, S. 630) hielt  $1200 \text{ mg/m}^2$  für die wenigstens kurzzeitig mögliche Konzentration. Jedoch stellten AHLGREN (1970) und SCHINDLER & COMITA (1973) im Oberflächenwasser hypertropher Seen Maximalwerte um  $900 \mu\text{g Chl. a/l}$  fest, die zu den höchsten je gemessenen gehören. Da in der Anstiegsphase der Mai-Entfaltung der Anteil des inaktiven Chlorophylls als gering zu veranschlagen war, ergab sich für die Kleine und Große Breite ein Gehalt von etwa  $1000 \text{ mg/m}^2$ , woraus vielleicht gefolgert werden kann, daß zu dieser Zeit die bezüglich der Tiefe (Selbstbeschattung, Respirationsverluste) mögliche Produktion der Chlorophyceen stattgefunden hat.

### 3.8. Seston

Schlei: Bereich: 4 - 110 mg/l. Die Verteilung der Werte (Abb. 7) entspricht in den wesentlichen Zügen der des Chlorophylls. Die Spitzen im Herbst sind durch aufgewirbeltes Sediment bedingt (Sturm).

Windebyer Noor: Bereich: 5 - 18 mg/l. Sonst analog.

### 3.9. Partikelzählungen

Partikel (Plankton und Detritus) mit Durchmessern von bis zu  $20 \mu\text{m}$  machten von Mai bis Januar 99 % der erfaßten Teilchen (bis  $80 \mu\text{m} \varnothing$ ) aus (Tab. 3). Mit zunehmendem Durchmesser nahm die Partikelzahl schnell ab, ohne daß Zwischen-



maxima auftraten. KREY (1961), LENZ (1968, 1972) und ZEITZSCHEL (1970) kamen mit Material aus der Ostsee bzw. dem Golf von Kalifornien zu entsprechenden Ergebnissen. Als die Cyanophyceen vorherrschten, waren auch Teilchen mit Durchmessern von mehr als 80  $\mu\text{m}$  häufig.

Der prozentuale Anteil der 2 - 20  $\mu\text{m}$ -Fraktion am Volumen verringerte sich von 95 % im Winter und Vorsommer auf 27 % im August (45 % im Oktober) und nahm dann wieder zu (Abb. 8).

Setzt man die über die Zählraten ermittelten in-situ-Volumina der partikulären Substanz ( $13 - 121 \text{ mm}^3/\text{l}$ ) in Beziehung zu den Sestonwerten (=Trockengewicht: 7 - 72 mg/l), so ergibt sich für die Schleiprobe eine mittlere Relation von Gewicht zu Volumen von  $1 : 2,30 = 0,43$  ( $\pm 0,14$  als Standardabweichung). ZEITZSCHEL (1970) ermittelte das Verhältnis  $1 : 0,89 = 1,29$  ( $\pm 0,61$ ) für Material aus dem Golf von Kalifornien. Nach CUSHING et al. (1958) entsprechen 1 mg Phytoplankontrockensubstanz 13 mg Biomasse (= Naßgewicht), d. h.  $1 : 13 = 0,08$ , woraus sich eine Dichte von etwa 1,08 ergibt. Für Zooplankton beträgt das Verhältnis  $1 : 5 = 0,20$ . KREY (1958) bestimmte für natürliche Proben mit viel Phytoplankton ein Trockengewicht/Lebendgewicht-Verhältnis von 0,115 bzw. ein Gewichts/Volumen-Verhältnis von 0,20 (1961).

Andererseits berechnete LENZ (1968) auch für Detritus aus verschiedenen Gewässern ein Trockengewicht/Naßgewicht-Verhältnis von  $1 : 8,2$  ( $3,4-14,5$ ) = 0,12, entsprechend einer Dichte von etwa 1,15, die mit den von ZEITZSCHEL zitierten Dichtewerten von  $1,12 \text{ g/cm}^3$  für organischen Detritus und  $1,19 \text{ g/cm}^3$  für Fäzesballen übereinstimmt. Es bleibt aber offen, wie hoch der Anteil des interstitiellen Wassers und damit das spezifische Gewicht der verbleibenden Trockensubstanz ist. KREY (1961) schätzt, daß organischer Detritus gegenüber seinen Ausgangstadien wesentlich mehr Trockensubstanz enthält, vermutlich etwa 40 % des Volumens.

Berücksichtigt man, daß die CC-Volumina der Schleiprobe nur Teilchen bis zu 80  $\mu\text{m}$   $\phi$  enthalten, während die Sestonwerte die großflockigen Cyanophyceenkolonien und das Zooplankton einschließen, so scheint es der Größenordnung nach gerechtfertigt, das Sestongewicht mit 1/2 einzusetzen. Es resul-

Tab. 3 : Coulter-Counter - Partikelzählungen (Stat. Weseby)

| Datum    | Volumen, mm <sup>3</sup> /l |       |       |      | Anzahl, x 10 <sup>6</sup> /l |       |
|----------|-----------------------------|-------|-------|------|------------------------------|-------|
|          | 2-20                        | 20-80 | 2-80  | 2-20 | 2-20                         | 20-80 |
|          | µm                          | µm    | µm    | %    | µm                           | µm    |
| 23.12.71 | 38,4                        | 1,9   | 40,3  | 95   | 514,410                      | 0,188 |
| 5. 1.72  | 18,6                        | 1,1   | 19,7  | 94   | 309,260                      | 0,119 |
| 7. 1.    | 16,5                        | 0,7   | 17,2  | 95   | 297,630                      | 0,066 |
| 5. 5.    | 84,0                        | 8,0   | 92,0  | 91   | 550,110                      | 0,060 |
| 10. 5.   | 76,6                        | 9,1   | 85,7  | 89   | 434,660                      | 0,578 |
| 12. 5.   | 88,4                        | 9,7   | 97,1  | 91   | 544,660                      | 0,595 |
| 30. 5.   | 120,3                       | 28,5  | 148,8 | 80   | 670,800                      | 2,125 |
| 6. 6.    | 85,5                        | 18,8  | 104,3 | 82   | 417,420                      | 1,155 |
| 14. 6.   | 79,8                        | 15,0  | 94,8  | 84   | 443,480                      | 1,046 |
| 21. 6.   | 39,9                        | 12,6  | 52,5  | 75   | 349,970                      | 0,762 |
| 27. 6.   | 15,0                        | 15,3  | 30,3  | 50   | 190,716                      | 0,458 |
| 6. 7.    | 28,2                        | 39,0  | 67,2  | 41   | 265,880                      | 1,162 |
| 13. 7.   | 43,8                        | 67,7  | 111,5 | 39   | 248,560                      | 2,477 |
| 4. 8.    | 30,3                        | 81,2  | 111,5 | 27   | 197,680                      | 2,909 |
| 10. 8.   | 29,8                        | 73,8  | 103,6 | 28   | 180,600                      | 2,847 |
| 24. 8.   | 41,7                        | 76,6  | 128,3 | 32   | 209,270                      | 3,345 |
| 5. 9.    | 28,5                        | 67,2  | 95,7  | 29   | 184,400                      | 3,005 |
| 13. 9.   | 30,1                        | 55,8  | 85,9  | 35   | 227,960                      | 2,718 |
| 20. 9.   | 24,0                        | 21,2  | 45,2  | 53   | 221,640                      | 1,077 |
| 27. 9.   | 30,4                        | 51,1  | 81,5  | 37   | 248,420                      | 2,252 |
| 5.10.    | 31,2                        | 24,6  | 55,8  | 55   | 303,580                      | 1,168 |
| 12.10.   | 32,7                        | 35,3  | 68,0  | 48   | 249,870                      | 1,596 |
| 19.10.   | 39,6                        | 50,7  | 90,3  | 43   | 270,750                      | 2,422 |
| 6.11.    | 33,1                        | 13,0  | 46,1  | 71   | 307,850                      | 0,833 |
| 23.11    | 24,5                        | 7,2   | 31,7  | 77   | 257,450                      | 0,555 |
| 1.12.    | 35,5                        | 11,4  | 46,9  | 75   | 298,100                      | 0,890 |
| 7.12.    | 26,9                        | 7,4   | 34,3  | 78   | 273,090                      | 0,567 |
| 14.12.   | 25,4                        | 6,8   | 32,2  | 78   | 302,380                      | 0,555 |
| 22.12.   | 12,3                        | 1,1   | 13,4  | 91   | 262,770                      | 0,079 |
| 3. 1.73  | 10,1                        | 0,3   | 10,4  | 97   | 266,927                      | 0,025 |

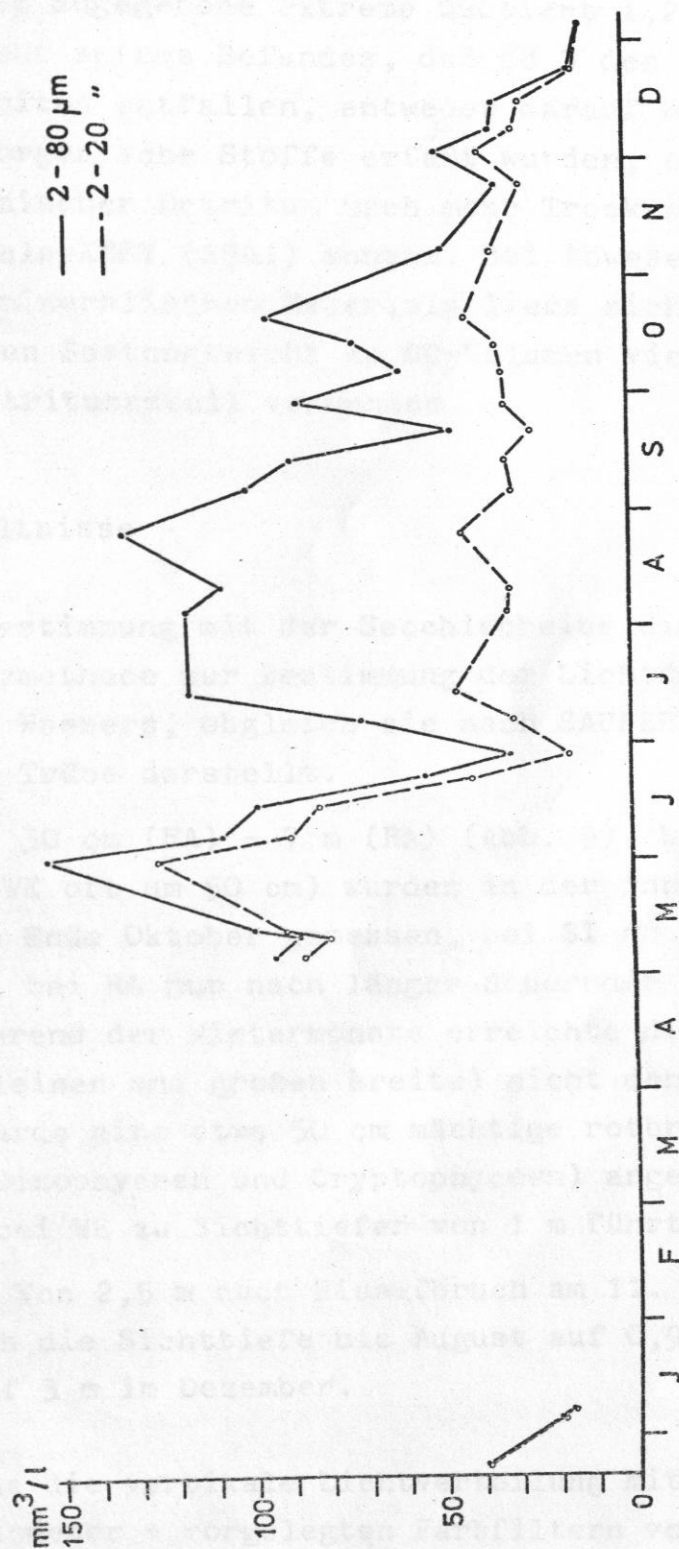


Abb. 8: Volumen zweier Fraktionen der partikulären Substanz im Wasser bei Stat. Weseby (1972) nach Coulter-Counter-Messungen. Angegeben sind die Bereiche der Durchmesser der erfaßten Teilchen.



tiert ein Gew./Vol.-Verhältnis von  $1 : 4,6 = 0,22$ , wie für Proben mit wesentlichem Anteil lebender Substanz zu erwarten ist.

Der von ZEITZSCHEL angegebene extreme Quotient  $1,29 (\pm 0,61)$  weist in Anbetracht seines Befundes, daß 88 % des Sestongewichts auf Detritus entfallen, entweder darauf hin, daß hauptsächlich anorganische Stoffe erfaßt wurden, oder aber darauf, daß organischer Detritus noch mehr Trockensubstanz enthalten kann, als KREY (1961) annahm. Bei Abwesenheit größerer Mengen mineralischen Materials ließe sich also das Verhältnis von Sestongewicht zu CC-Volumen vielleicht als Index für den Detritusanteil verwenden.

### 3.10. Lichtverhältnisse

Die Sichttiefenbestimmung mit der Secchischeibe dient allgemein als Schätzmethode zur Bestimmung der Lichtdurchlässigkeit eines Wassers, obgleich sie nach SAUBERER (1962) eher ein Maß der Trübe darstellt.

Schlei: Bereich: 30 cm (FA) - 7 m (RA) (Abb. 9). Werte unter 1 m (bei FA und WE oft um 50 cm) wurden in der inneren Schlei ab Ende März bis Ende Oktober gemessen, bei SI ab Mai bis Mitte September, bei RA nur nach länger dauernder Ausstromlage. Selbst während der Wintermonate erreichte die Sichttiefe (in der Kleinen und großen Breite) nicht den Boden. Unter dem Eis wurde eine etwa 50 cm mächtige rotbraune Algenzone (von Dinophyceen und Cryptophyceen) angetroffen, die im Februar bei WE zu Sichttiefen von 1 m führte.

Windebyer Noor: Von 2,5 m nach Eisaufbruch am 11. März verringerte sich die Sichttiefe bis August auf 0,9 m. Danach Zunahme auf 3 m im Dezember.

Am 20.5.71 wurde die vertikale Lichtverteilung mit einem Unterwasserphotometer + vorgelegten Farbfiltern von Schott gemessen. Dabei stellte sich heraus, daß die Transmission des grünen Lichts (VG 9) schon nach einem halben Meter etwa der mit einer neutralen Mattscheibe gemessenen entsprach. Der kurz- und langwellige Anteil der eingedrungenen Strahlung waren in 25 cm Tiefe auf  $1/10$  reduziert.

In stark biogen getrübten Gewässern mit viel Gelbstoff, der durch Blauabsorption eine Verschiebung des optischen Schwerpunkts zum Grünen hervorruft (JERLOV, 1968), entspricht die 1% - Tiefe der mittleren photosynthetischen Energie (400-700 nm) im allgemeinen der des Grünlichts (s. Abb. bei VOLLENWEIDER, 1969, S. 167; AHLGREN, 1970; LEHN, 1969). Daher und wegen der Meßunregelmäßigkeiten in Oberflächennähe (SAUBERER, 1962), wurde folgendermaßen vorgegangen: Die Amperemeterablesungen wurden auf halblogarithmischem Papier gegen die Tiefe aufgetragen. Die Verlängerung der durch eine Gerade verbundenen mittleren und unteren Meßpunkte nach oben lieferte am Schnittpunkt mit der Abszisse den Oberflächenwert, der gleich 100 gesetzt wurde. Die danach berechneten Relativwerte wurden erneut aufgetragen (Abb. 10).

Es ergab sich, daß in der Sichttiefe 17 (12-22) % des Oberflächenlichts anzutreffen sind. SCHINKOWSKI (1969) ermittelte für die Nord- und Ostsee Werte zwischen 8,9 und 24,4 %, ALEEM & SAMAN (1969 a) im 1 m tiefen Lake Mariut 15,9 (14-18) %.

Die 1% - Tiefe, je nach Jahreszeit zwischen 0,75 m und theoretischen 4,5 m (Tab. 4), entsprach der 2,65 (2,04-3,15)fachen Sichttiefe. Die dort vorhandene Energie betrug etwa 0,03 bis 0,7 cal/cm<sup>2</sup>/h, im Durchschnitt 0,27 cal  $\hat{=}$  800 Lux. Die Kompensationsenergie für Phytoplankton entspricht etwa 250 - 1200 Lux (STEEMANN NIELSEN & HANSEN, 1959 a; vgl. auch Zusammenstellung bei HICKEL, 1965).

Die vertikalen Extinktionskoeffizienten ( $E = \ln I_1 - \ln I_2$ ) erreichten hohe Werte: 1,02 - 5,66 in der Schlei; 0,60 - 1,94 im Windebyer Noor. Klares Ozeanwasser ist durch Werte um 0,04 - 0,05 gekennzeichnet (RYTHER, 1963).

Die gefundene Beziehung zwischen Extinktionskoeffizient und Sichttiefe (ST) :  $E = 1,74 (1,41 - 2,25) / ST$  ähnelt der von POOLE & ATKINS (1929) für den Englischen Kanal berechneten.

Wenn man mit BENNDORF (1973) davon ausgeht, daß ein passiv verfrachteter Plankter in jeder Tiefe innerhalb der turbulenten Schicht mit gleicher Wahrscheinlichkeit angetroffen

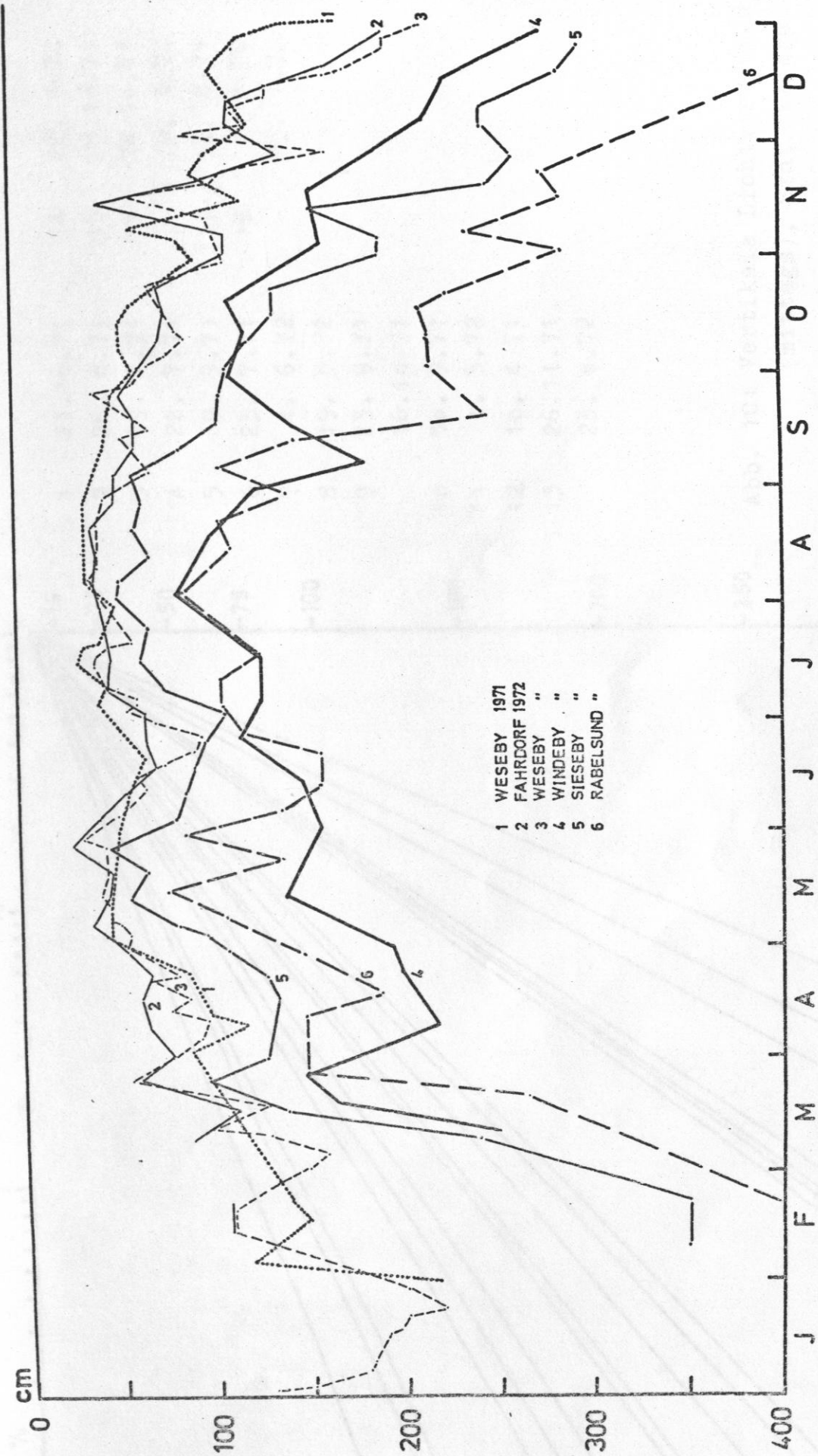


Abb. 9: Jahresgang der Sichttiefe



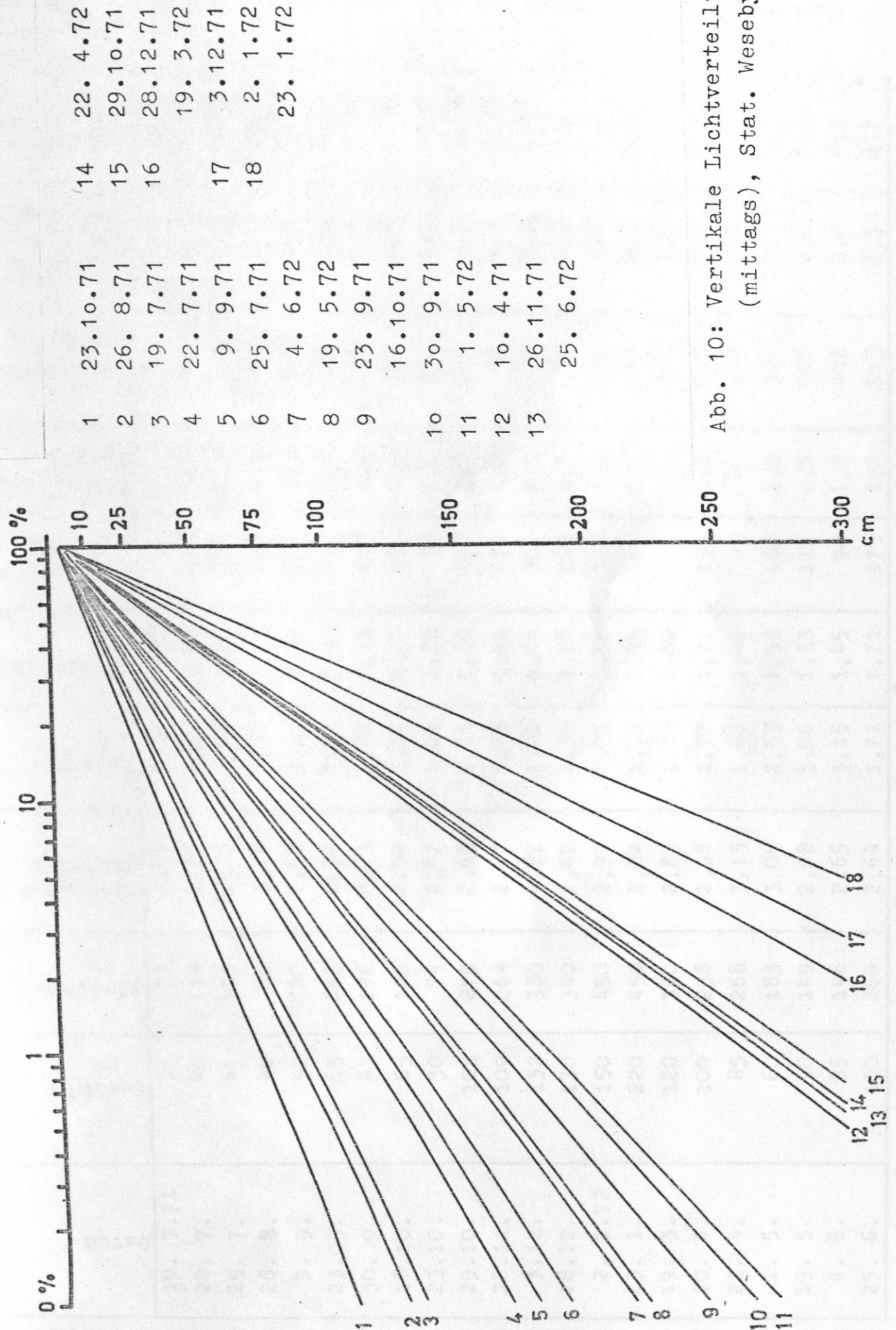


Abb. 10: Vertikale Lichtverteilung  
(mittags), Stat. Weseby

Tab. 4: Optische Eigenschaften der Schlei bei Stat. Weseby

| Datum     | Secchi<br>cm | 1%-Tiefe<br>cm | 1%-Tiefe <sup>m</sup><br>Secchi x | Extinkt.<br>F | Secchi (m)<br>x | Komp.tiefe/<br>Lichttag | Komp.tiefe <sup>m</sup><br>Secchi x | Globalstr.<br>cal/cm <sup>2</sup> /d | cal/cm <sup>2</sup> /d in<br>1%-Tiefe<br>(400-700) | cal/cm <sup>2</sup> /h in<br>Komp.tiefe |
|-----------|--------------|----------------|-----------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| 19. 7. 71 | 37           | 92             | 2,46                              | 5,12          | 1,89            | -                       | -                                   | 295                                  | 1,5  | 0,40                                    |
| 22. 7.    | 40           | 114            | 2,85                              | 4,07          | 1,63            | 125                     | 2,8                                 | 402                                  | 2,0  | 0,07                                    |
| 25. 7.    | 47           | 129            | 2,70                              | 3,58          | 1,70            | 115                     | 2,5                                 | 348                                  | 1,7  | 0,20                                    |
| 26. 8.    | 40           | 86             | 2,15                              | 5,30          | 2,12            | 100                     | 2,5                                 | 408                                  | 2,0  | 0,06                                    |
| 9. 9.     | 50           | 120            | 2,40                              | 3,82          | 1,91            | 125                     | 2,5                                 | 362                                  | 1,8  | 0,10                                    |
| 23. 9.    | 65           | 165            | 2,54                              | 2,81          | 1,82            | 150                     | 2,3                                 | 196                                  | 1,0  | 0,10                                    |
| 30. 9.    | 67           | 176            | 2,63                              | 2,58          | 1,73            | 150                     | 2,2                                 | 80                                   | 0,4  | 0,06                                    |
| 16. 10.   | 65           | 165            | 2,54                              | 3,10          | 2,02            | 155                     | 2,4                                 | 158                                  | 0,8  | 0,10                                    |
| 23. 10.   | 30           | 74             | 2,47                              | 5,66          | 1,70            | 80                      | 2,6                                 | 200                                  | 1,0  | 0,06                                    |
| 29. 10.   | 105          | 279            | 2,65                              | 1,61          | 1,69            | 210                     | 2,0                                 | 175                                  | 0,9  | 0,30                                    |
| 26. 11.   | 109          | 264            | 2,41                              | 1,75          | 1,91            | 210                     | 1,9                                 | 21                                   | 0,1  | 0,03                                    |
| 3. 12.    | 132          | 380            | 2,87                              | 1,24          | 1,64            | 300                     | 2,3                                 | 34                                   | 0,2  | 0,05                                    |
| 28. 12.   | 130          | 340            | 2,62                              | 1,35          | 1,76            | 225                     | 1,7                                 | 67                                   | 0,3  | 0,2                                     |
| 2. 1. 72  | 150          | 450            | 2,99                              | 1,05          | 1,58            | 175                     | 1,2                                 | 10                                   | 0,05   | 0,1                                     |
| 23. 1.    | 220          | 450            | 2,04                              | 1,02          | 2,25            | 150                     | 0,7                                 | 47                                   | 0,3  | 0,6                                     |
| 19. 3.    | 120          | 340            | 2,83                              | 1,35          | 1,62            | -                       | -                                   | 310                                  | 1,5  | -                                       |
| 10. 4.    | 100          | 258            | 2,58                              | 1,77          | 1,77            | 155                     | 1,6                                 | 121                                  | 0,6  | 0,3                                     |
| 22. 4.    | 85           | 268            | 3,15                              | 1,66          | 1,41            | -                       | -                                   | 419                                  | 2,0  | -                                       |
| 1. 5.     | 60           | 183            | 3,05                              | 2,53          | 1,52            | 150                     | 2,5                                 | 368                                  | 3,7  | 0,3                                     |
| 19. 5.    | 50           | 149            | 2,98                              | 3,06          | 1,53            | 115                     | 2,3                                 | 520                                  | 2,6  | 0,5                                     |
| 4. 6.     | 55           | 146            | 2,65                              | 3,15          | 1,45            | 90                      | 1,6                                 | 402                                  | 2,0  | 0,7                                     |
| 25. 6.    | 100          | 264            | 2,64                              | 1,71          | 1,71            | 175                     | 1,8                                 | 513                                  | 2,5  | 0,7                                     |
|           |              |                | $\bar{x}2,65$                     |               | $\bar{x}1,74$   |                         |                                     |                                      |  |   |

werden kann, so muß das Phytoplankton insgesamt mit der in der halben Tiefe vorhandenen Energie auskommen: In der Großen Breite sind das in der hellen Jahreszeit allenfalls wenige Prozente des Oberflächenlichts.

### 3.11. Netzphytoplankton

Schlei: Dominierend waren Cyanophyceen (Microcystis und Nostoc; weniger Oscillatoria und Aphanizomenon <sup>+</sup>)), Diatomeen (Skeletonema, Detonula, Chaetoceros; Phaeodactylum), Dinophyceen (Ceratium).

Diatomeen traten nur in der kalten Jahreszeit bestandsbildend auf (Abb. 11). In der inneren Schlei entfaltete sich ein geringer Bestand des Vorjahres bis Ende März zum Höhepunkt und ging in der ersten Aprilhälfte zurück. Ab November traten wieder Vermehrungsschübe auf. In der äußeren Schlei begann die Entwicklung Ende Oktober und bewirkte hohe Dichten im Januar mit Maximum im März. Rapider Verfall im April.

Die Hauptentwicklung der Cyanophyceen begann in den inneren Breiten im Mai, bei SI und RA im Juni. Nach dem Maximum im Juli-August hielt sich bei WE und FA ein hoher Bestand bis in den November; bei SI waren im Oktober nur noch Reste vorhanden.

Cerastien fielen im Oktober nur bei RA und, eingeschwemmt, bei SI auf.

Windebyer Noor: Diatomeen (Chaetoceros, Asterionella, Coscinodiscus, div. benthische) herrschten vor bis April. Im Dezember Neuentfaltung. Eine Chaetoceros-Wucherung (42 µg Chlorophyll a/l, Sichttiefe: 1,5 m) färbte im eisfreien Februar 1973 das Wasser dunkelbraun.

Unter den Cyanophyceen dominierten hier Aphanocapsa, Microcystis und Oscillatoria, daneben kamen Nodularia und Nostoc <sup>+</sup>) vor.

Chlorophyceen und Chrysophyceen waren im Frühjahr vorhanden.

<sup>+</sup>) JÜRGENS det.



### 3.12. Utermöhl-Phytoplankton <sup>†</sup>)

Plankter mit Durchmessern von 1 - 4  $\mu\text{m}$  erreichten in der Schlei außerordentlich hohe Zellzahlen. Von April bis November lagen die Werte bei Stexwig und Arnis im Bereich von  $1-8 \times 10^9$  Zellen / l (Abb. 12, oben), wobei im Frühjahr und Herbst die Chlorophyceen vorherrschten, im Sommer die Cyanophyceen. Die Artenzusammensetzung war innen und außen verschieden. Im Gebiet der mittleren Schlei (Lindaunis), das diesbezüglich eine Übergangszone darstellt, kam es zu einem markanten Rückgang der Zahlen, vielleicht im Zusammenhang mit den Salzgehaltsschwankungen in einem kritischen Bereich (Arnis: 11 ‰, Ulsnis: 7 ‰). KREY (1956) fand im Mai eine "Monokultur" von *Chromulina minima* vor:  $8,8 \times 10^9$  Zellen / l und etwa 100 mg Biomasse / l. Die Abb. 12 und 13 geben die Proportionen in der Fraktion der Zellen mit Durchmessern von  $>4 \mu\text{m}$  wider. Nicht aufgetragen sind Dinophyceen, Cryptophyceen, Silicoflagellaten und Euglenophyceen, da sie nur zeitweise in geringeren Konzentrationen erfaßt wurden (s. Anhang, S. 172). Man erkennt, daß die Zusammensetzung des Phytoplanktons schleiaufwärts ärmer wird und daß die höchsten Chlorophyll-, Seston- und Assimilationswerte (Kap. 4.2.1.2.) erreicht wurden, als kleinste Formen mit entsprechend großer Oberfläche vorherrschten.

1971 war die Entwicklung im Jahresgang sehr ähnlich.

### 3.12. Netzzooplankton

Die Biomasse des Zooplanktons wurde im wesentlichen von den Copepoden (*Eurythemora*, *Acartia*) und Rotatorien (*Synchaeta*, *Keratella*, *Pedalia*, *Filinia*, *Brachionus*) gebildet (Abb. 11). Daneben entfalteten sich im Windebyer Noor auch Cladoceren massenhaft. Ciliaten fielen im Frühjahr auf.

Larven (Polychaeten, Mollusken) waren nur in der äußeren

<sup>†</sup>) Ich danke Herrn JÜRGENS für die Erlaubnis, diese Angaben aus seiner Dissertation (in Vorb.) zu verwenden.

Schlei von Bedeutung.

Schlei: Geringstes Vorkommen der Rotatorien während der Monate Januar - Februar, dann Entwicklung zum Maximum im März/April, wonach der Bestand bei FA und WE zurückging, während bei SI und RA kaum noch Rotatorien gefangen wurden. Nach dem zweiten starken Rückgang im Mai entwickelte sich in allen Abschnitten eine neue Population, die zu den höchsten Individuenzahlen von Juni bis Juli führte. Danach hielten sich nur in den inneren Breiten gleichmäßig starke Bestände.

Die Copepoden (incl. Copepoditen) waren in der Kleinen und Großen Breite von Dezember bis Mai am zahlreichsten, bei SI und RA im April/Mai. Nauplien hatten auf allen Stationen ihr Maximum im April.

Diese Befunde stimmen mit den von LENZ (1970 b) anhand monatlicher Fänge ermittelten Abundanzverhältnissen überein. (Vgl. auch BUCHHOLZ, 1952 und HIRCHE, 1973.) Wahrscheinlich äußert sich darin ein jährlich wiederkehrender Rhythmus der Phytoplanktonsukzession, ohne daß die Beziehungen beider Komponenten zueinander im einzelnen deutlich werden.

Windebyer Noor: Die Rotatorien waren zahlreich von April bis Juni (Max. im Mai) und im September.

Die Konzentration der Copepoden war weit geringer als in der Schlei, die jahreszeitliche Verteilung weniger ausgeprägt.

Cladoceren traten von Juni bis August auf.

WINDEBY

JAN. FEBR. MÄRZ APR. MAI JUNI JULI AUG. SEPT. OKT. NOV. DEZ.

Abb. 11: Hauptkomponenten des Rotaplanktons (55µm-Netz, in 4 Stufen geschüttelt). Phytopl.: Diatomeen (gestr.), Grünalgen (lebend.), Ceratien (punk.), Zoopl.: Rotatorien (gestr.), Cyclopoiden (gestr.), Cladoceren (punk.), Anisopoda (gestr.).

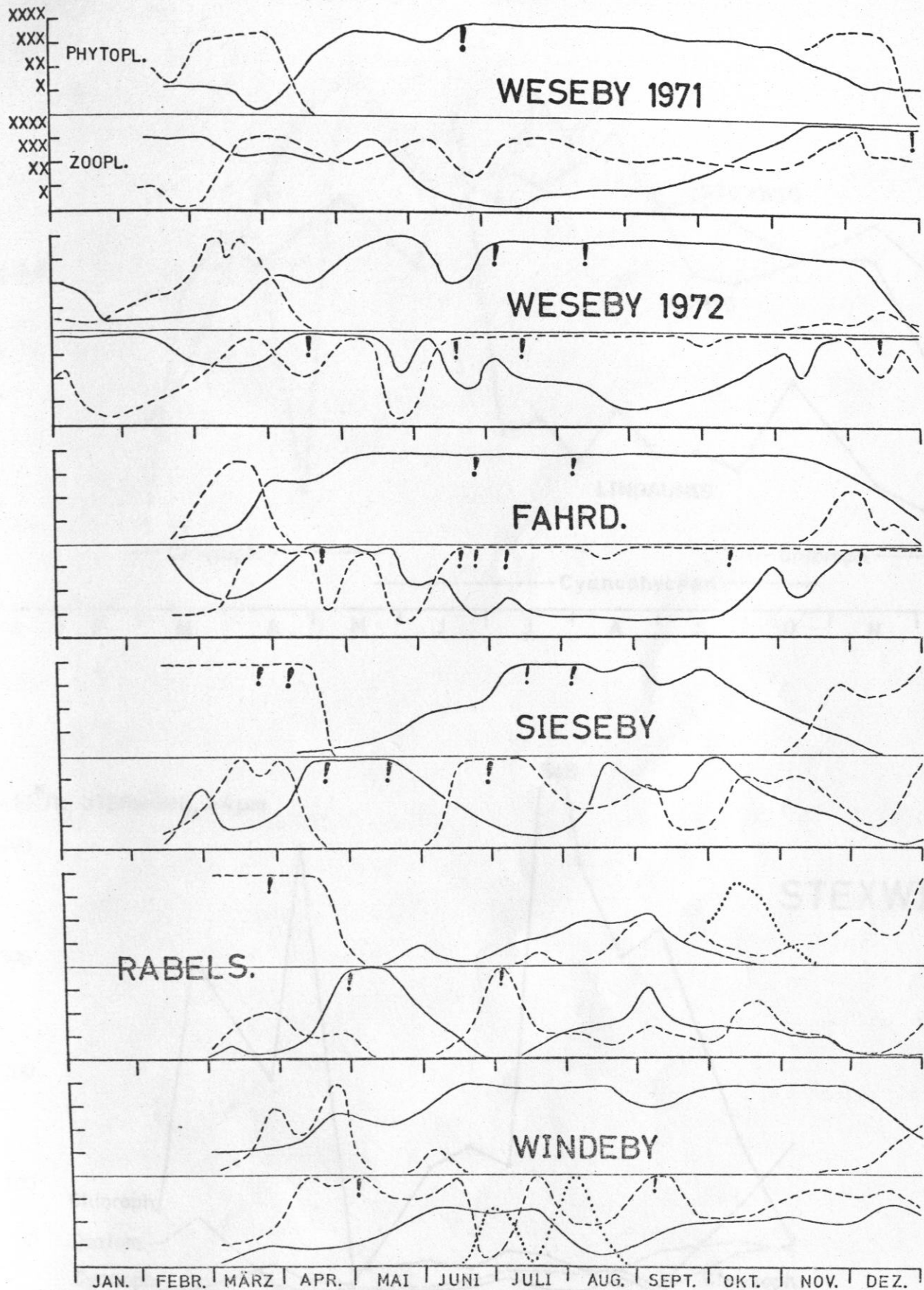


Abb. 11: Hauptkomponenten des Netzplanktons (55µm-Netz, in 4 Stufen geschätzte Volumina). Phytopl.: Diatomeen (gestr.), Cyanophyceen (ausgez.), Ceratien (punkt.). Zoopl.: Rotatorien (gestr.), Copepodenstadien (ausgez.), Cladoceren (punkt.). Ausrufezeichen: Maxima



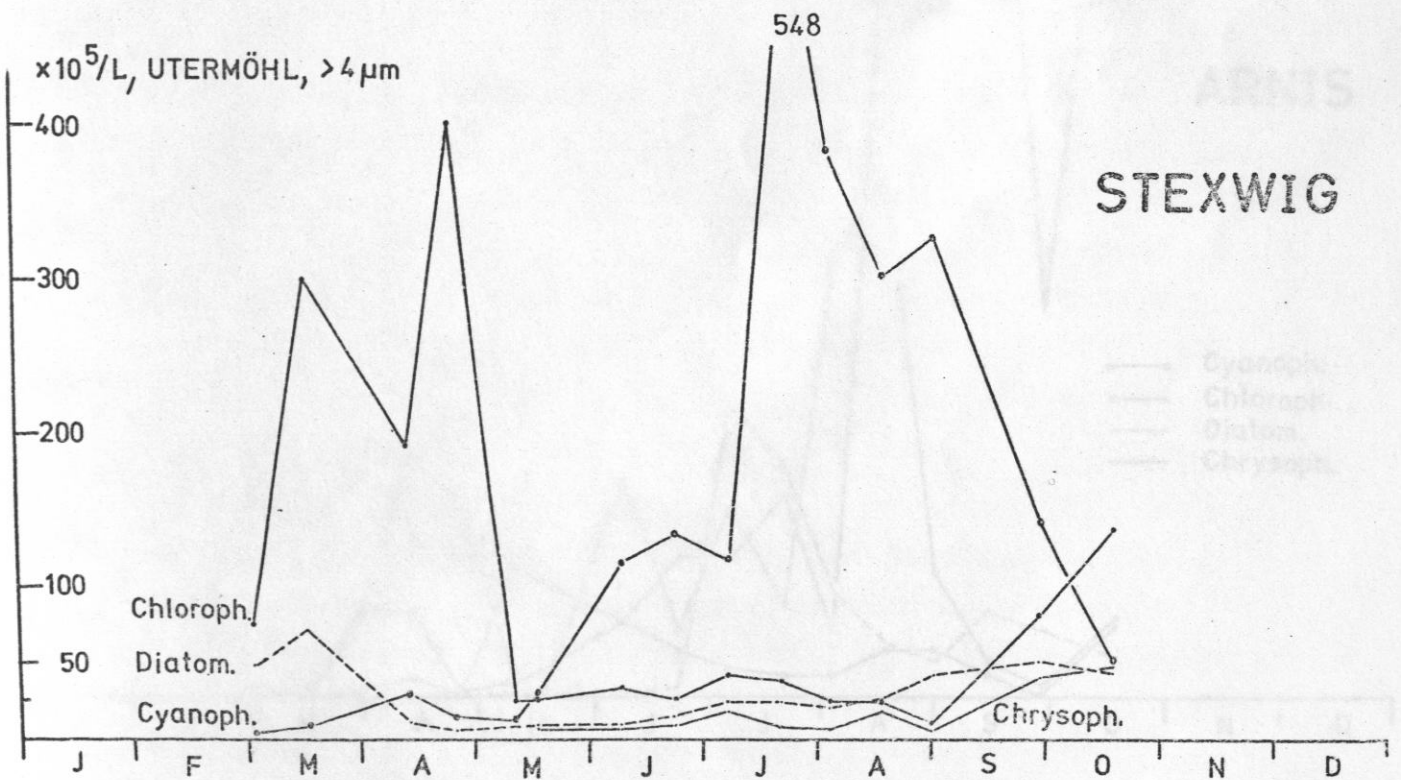
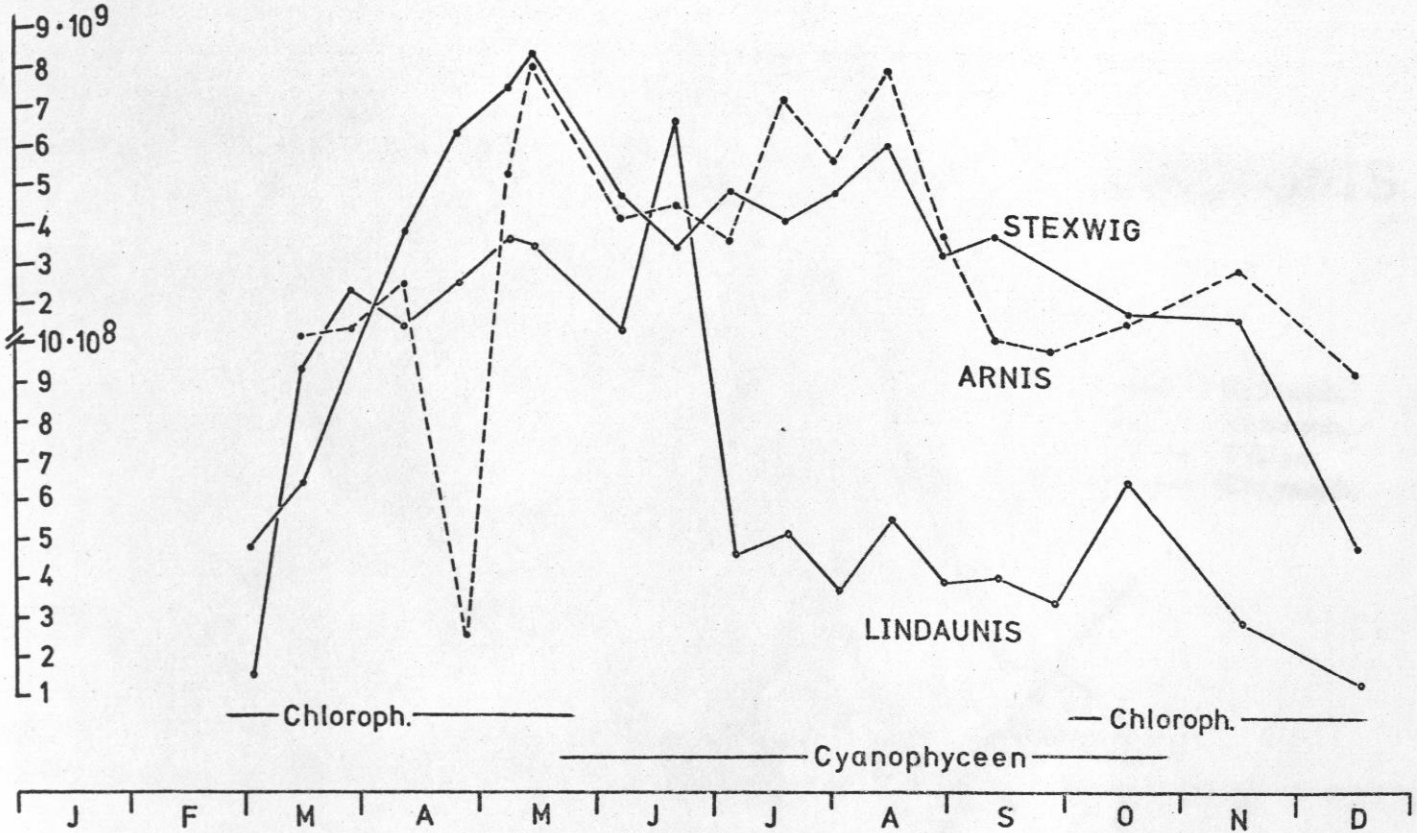
ZELLEN/L,  $< 1 - 4 \mu\text{m}$ 

Abb. 12: Verteilung der Hauptgruppen des Phytoplanktons nach Zählungen von JÜRGENS (1972). Wegen anderer Komponenten vgl. Anhang.

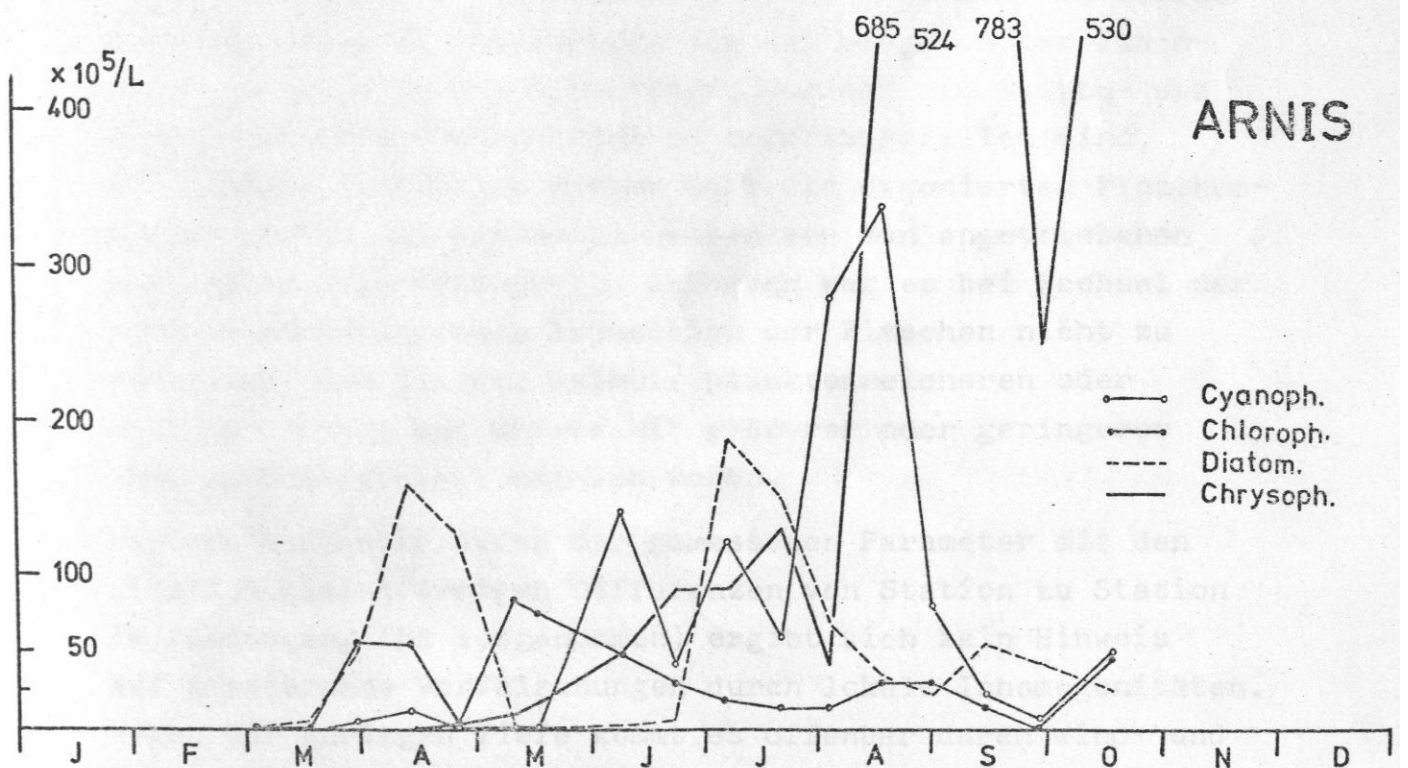
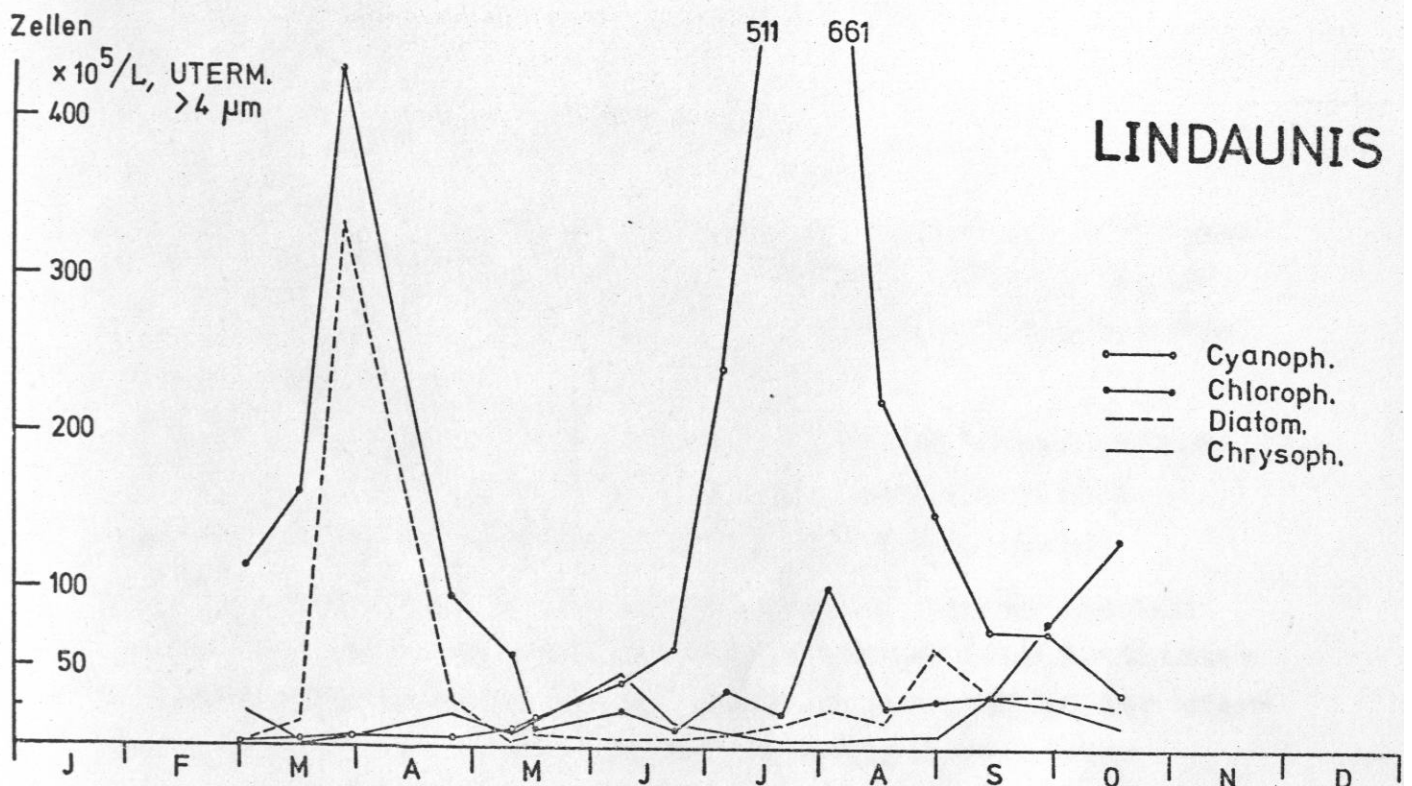


Abb. 13: Verteilung der Hauptgruppen des Phytoplanktons nach Zählungen von JÜRGENS (1972). Wegen anderer Komponenten vgl. Anhang.

#### 4. Die Primärproduktion des Phytoplanktons

##### 4.1. Vorbemerkungen

##### 4.1.1. Repräsentanz der Ergebnisse

Es stellt sich die Frage, inwieweit die gewählten Stationen den zugehörigen Gewässerabschnitt repräsentierten, und ob durch den zeitlichen Abstand der Messungen Variationen des Produktionsgeschehens unerkannt blieben.

Die von CASSIE (1962) aufgezeigte Fehlermöglichkeit durch kleinräumige Inhomogenitäten kann hier außer Betracht bleiben, da für eine Probe mehrfach geschöpft wurde.

Keine der Stationen lag im Einflußbereich von Bacheinmündungen. Bei FA in der Kleinen Breite können sich Schlachte-reiabwässer ausgewirkt haben, die normalerweise in der ufer-nahen Schilfzone verbleiben, bei ablandigem Wind aber sich weit über die Fahrrinne hinaus ausbreiteten. Besonders auffällige Meßergebnisse liegen aber nicht vor.

In der Außenschlei (Maasholmer Breite) gelangen bei stärkerem Wind große Detritusmengen von den ausgedehnten Flach-wassergebieten in das Fahrwasser, wodurch die Seston- und Respirationswerte vermutlich zu hoch ausgefallen sind. Bei starken Strömungen ningen dort die exponierten Flaschen-serien schräg und wurden bisweilen von den angetriebenen ZosterabüscheIn verdunkelt. Außerdem war es bei Wechsel der Strömungsrichtung nach Exposition der Flaschen nicht zu vermeiden, daß die nun relativ planktonreicheren oder -ärmeren Proben von Wasser mit größerer oder geringerer Lichtdurchlässigkeit umgeben waren.

Aus den Kurvenverläufen der gemessenen Parameter mit den ziemlich gleichförmigen Differenzen von Station zu Station im Jahresgang (RA ausgenommen) ergibt sich kein Hinweis auf gravierende Verfälschungen durch lokale Inhomogenitäten. Wegen der geringen Tiefe kommt es offenbar durch wind- und wasserstandsbedingte Strömungen immer wieder zur Vermischung der einzelnen Wasserkörper. Andererseits ist auch zu bedenken, daß einer festgestellten "patchiness" der Phyto-planktonbiomasse nicht notwendig eine ungleiche Verteilung



der Primärproduktionsraten entsprechen muß , zumal wenn vor allem das Licht limitierender Faktor ist.

Die wöchentlichen Messungen der Primärproduktion in der Schlei scheinen für die Berechnung von Monatsmitteln und der Jahresproduktion hinreichend gewesen zu sein, denn die häufigeren Beobachtungen bei WE erbrachten kein variableres Muster. Die festgestellten Schwankungen von Tag zu Tag waren z. T. meteorologisch bedingt.

Im Windebyer Noor wurden an einem ruhigen Tag (1.5.72) an zwei weit auseinanderliegenden Positionen sehr ähnliche Produktionsraten gemessen. JÓNASSON & MATHIESEN (1959) stellten im Esrom See (17 km<sup>2</sup>, mittlere Tiefe: 12 m) fest, daß eine zentrale Station für produktionsbiologische Untersuchungen i. allg. ausreicht. Ob die Variabilität im Noor hinreichend genau erfaßt wurde, läßt sich nicht entscheiden.

#### 4.1.2. Bezugstiefe

Die untere Grenze der trophogenen Schicht liegt dort, wo die Photosynthese den Wert Null erreicht. Auf diese Tiefe beziehen z. B. RODHE (1958) und HEPHER & LANGER (1970) die Produktion unter der Flächeneinheit.

Demgegenüber ist es meist üblich, den Bezugshorizont der sogenannten euphotischen Schicht dort anzunehmen, wohin noch 1 % der einfallenden sichtbaren Strahlung gelangen ( $\hat{=}$  Kompensationstiefe pro Lichttag), genaugenommen bei Mittags-sonne und klarem Himmel in der hellen Jahreszeit (STRICKLAND, 1958; RYTHER, 1963). Für die Berechnung von Produktionsbilanzen interessiert aber nur die 24-Stunden-Kompensationstiefe. Bei Berechnung der Nettoproduktion bleibt die Respiration unterhalb der Kompensationstiefe außer Betracht, da sich im Meer die Masse der autotrophen Algen in der durchlichteten Zone aufhält, oft durch eine Sprungschicht von der aphotischen Zone getrennt.

In Flachgewässern führt die Turbulenz zu einer mehr oder weniger gleichmäßigen Verteilung des Phytoplanktons über die gesamte Wassersäule, so daß sich die Masse der Algen oft unterhalb der Kompensationstiefe befindet, obgleich zeitweise am Produktionsprozeß beteiligt. Daher muß die Respiration der gesamten Wassersäule berücksichtigt werden (STEEMANN NIELSEN, 1963).

## 4.2. Bruttoproduktion

### 4.2.1. Vertikalprofil

Wie nach den Lichtverhältnissen und hydrographischen Bedingungen zu erwarten, gleichen die gefundenen Produktionsprofile in typischer Weise denen ungeschichteter Gewässer: Von maximalen Raten an oder etwas unter der Wasseroberfläche fällt die Produktion mit der Tiefe exponentiell ab (vgl. Abb. 21, oben). Solche Verläufe beschreiben z. B. STEEMANN NIELSEN & JENSEN (1957).

#### 4.2.1.1. Produktionstiefe

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der empfindlicheren  $^{14}\text{C}$ -Messungen ließen sich mit der Sauerstoffmethode im Jahresgang nicht durchweg signifikante Produktionsraten ( $2-3 \text{ mg C/m}^3/\text{h}$ ) bis in Bodennähe feststellen (vgl. Anhang).

Charakteristisch ist, daß während des ganzen Jahres in der Innenschlei 90 % der Primärproduktion oberhalb des 150-cm-Horizonts stattfand, bei RA und WI oberhalb 4 m (vgl. Abb. 14 - 16). Ab April verringerte sich die Zone der Hauptproduktion auf den oberen Meter, ab Mai sogar auf eine nur 75 - 50 cm mächtige Schicht, d. h. auf etwa 20 % des Wasservolumens (mit Unterbrechung im Juni). Ab November fanden sich wieder gestreckte Profile. Die Assimilationsprofile der Nanoplanktonfraktion unterscheiden sich kaum von denen des Gesamtplanktons. Vergleicht man die Assimilation des Oberflächenplanktons mit der des Planktons aus den unteren Wasser-

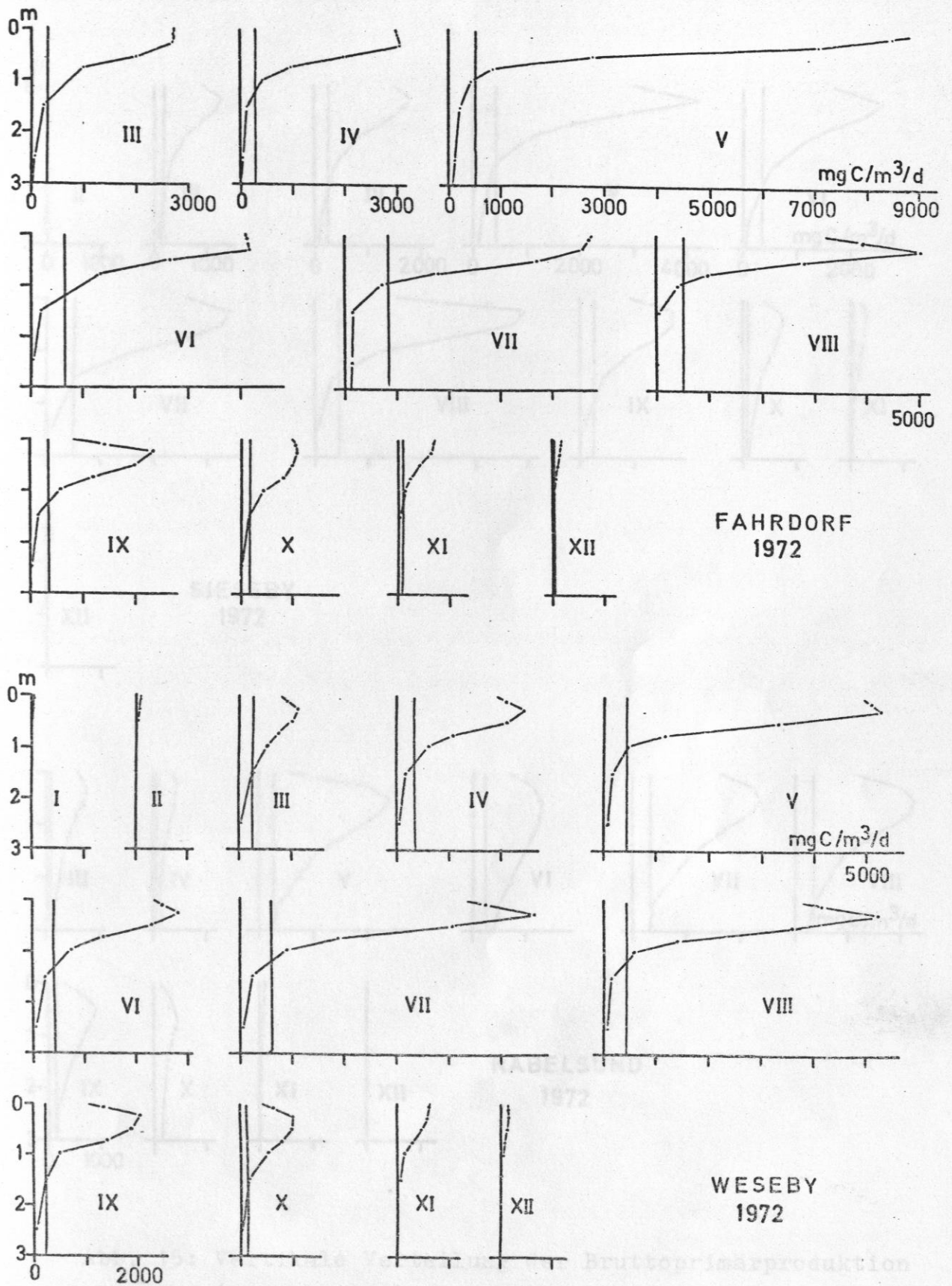


Abb. 14: Vertikale Verteilung der Bruttoprimärproduktion (Mittelwerte) im Jahre 1972.

Parallele zur Ordinate: Respiration



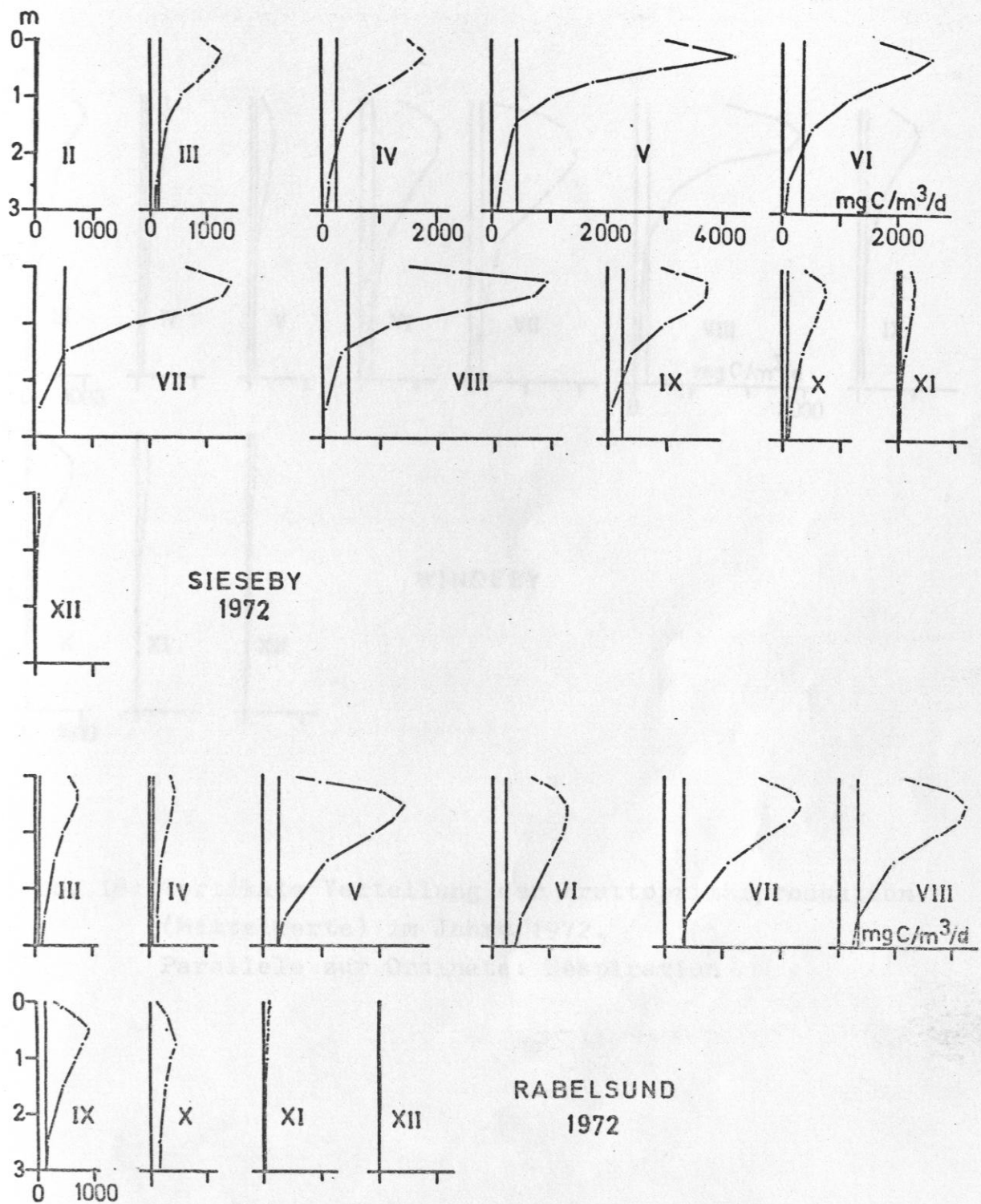


Abb. 15: Vertikale Verteilung der Bruttoprimärproduktion (Mittelwerte) im Jahre 1972.

Parallelele zur Ordinate: Respiration

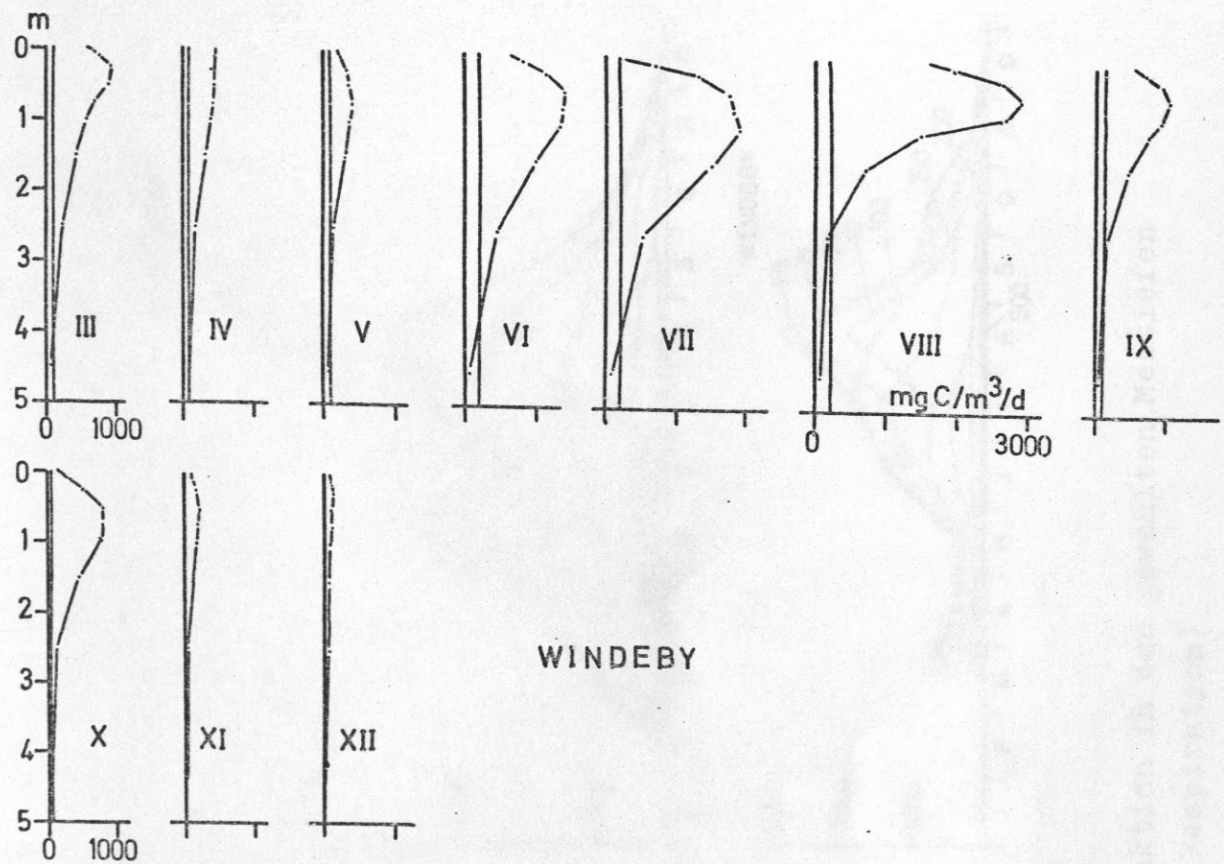


Abb. 16: Vertikale Verteilung der Bruttoprimärproduktion (Mittelwerte) im Jahre 1972.  
Parallelele zur Ordinate: Respiration

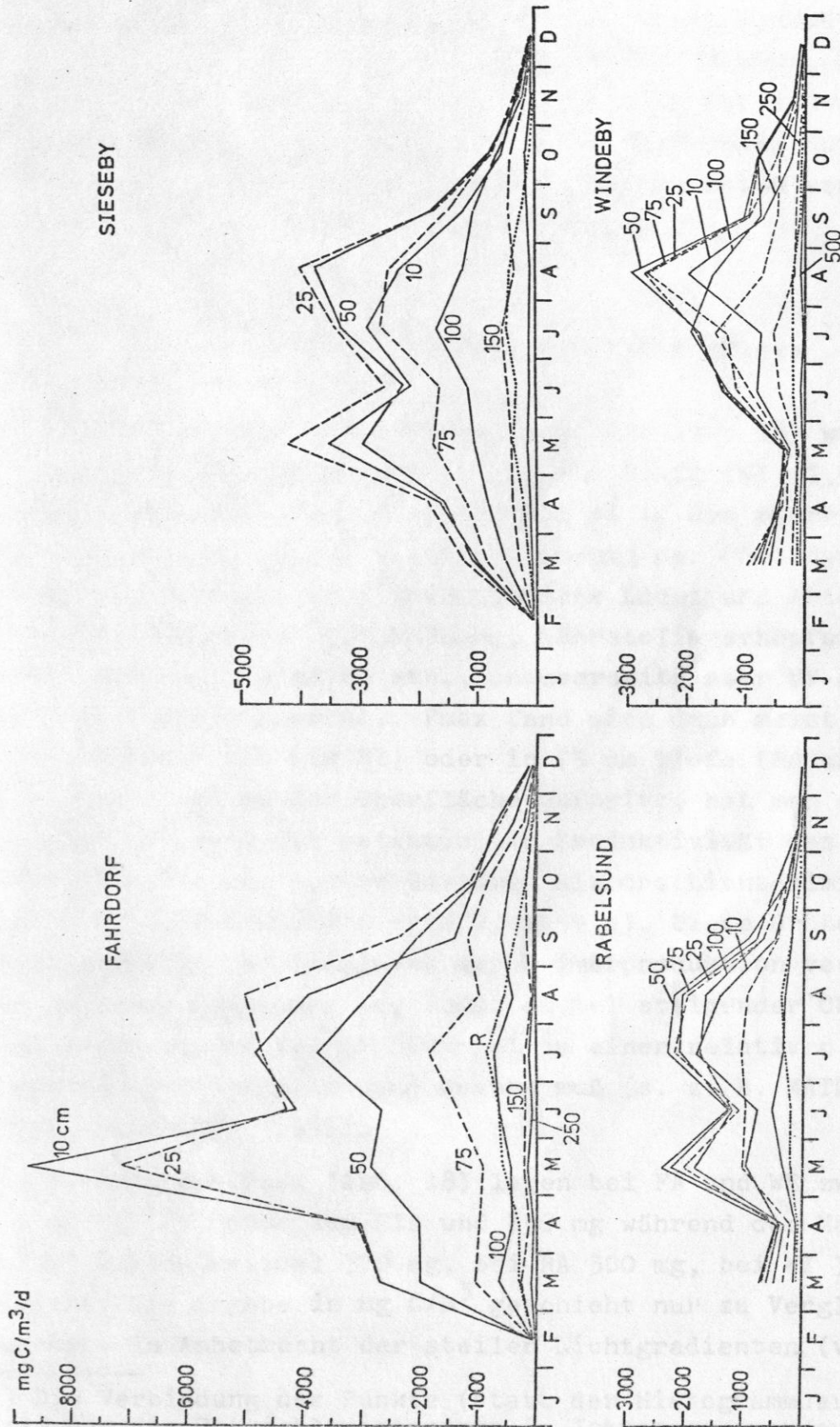


Abb. 17: Gang der Bruttoprämarproduktion in den gewählten Meßtiefen im Jahre 1972 (punktiert: Respiration)



schichten, so ergibt sich, daß das Tiefenplankton bisweilen geringfügig mehr produzierte.

Abb. 17 zeigt die Monatsmittelwerte der Bruttoproduktion in den einzelnen Horizonten <sup>†</sup>). Man ersieht daraus, daß das Produktionsmuster in der Schlei einheitlich war und wie das Schwergewicht der Produktion sich mit zunehmender Entfernung von der Ostsee in die oberen Wasserschichten verlagerte. Im Windebyer Noor fehlte das Mai-Maximum.

#### 4.2.1.2. Produktion des optimalen Horizonts (P<sub>max</sub>)

Die höchsten Assimilationsraten (Abb. 21; 14 - 16) wurden in der Schlei zwischen Oberfläche und 1 m Tiefe (WI: 1,5 m) angetroffen. Von März bis Dezember kam es in den oberen Flaschen der Serien häufig zu einer Hemmung der Photosynthese, vermutlich bedingt durch überoptimales Licht und Artefakte der Flaschenmethode (pH-Erhöhung, Nährstofferschöpfung, Ansammlung von Exkreten, etc., andererseits aber UV-Absorption des Flaschenglases!). P<sub>max</sub> fand sich dann meist im 25-cm-Horizont (FA bis SI) oder in 75 cm Tiefe (RA und WI). Wenn P<sub>max</sub> nicht an der Oberfläche auftritt, hat man einen angenäherten Wert der potentiellen Produktivität des Phytoplanktons, für den andere Faktoren als das Licht limitierend sind (STEEMANN NIELSEN & HANSEN, 1959 a). Diese Größe bietet sich darum für den Vergleich der Primärproduktion verschiedener Gewässer besonders an, zumal es bei steigender Oberflächenproduktion aus Lichtmangel zu einer relativen Verringerung der Arealleistung kommen muß (s. z. B. MATHIESEN, 1971; KUZNETZOW, 1958).

Die Beträge von P<sub>max</sub> (Abb. 18) lagen bei FA und WE zwischen 1 mg C/m<sup>3</sup>/h unter dem Eis und 750 mg während der Mai-Blüte. Bei SI wurden maximal 370 mg, bei RA 300 mg, bei WI 320 mg C fixiert. Die Angabe in mg C/m<sup>3</sup> geschieht nur zu Vergleichszwecken. In Anbetracht der steilen Lichtgradienten (vgl. Abb.

<sup>†</sup>) Die Verbindung der Punkte (statt der Histogrammdarstellung) soll nur die Entwicklungstendenz im Jahresgang verdeutlichen.

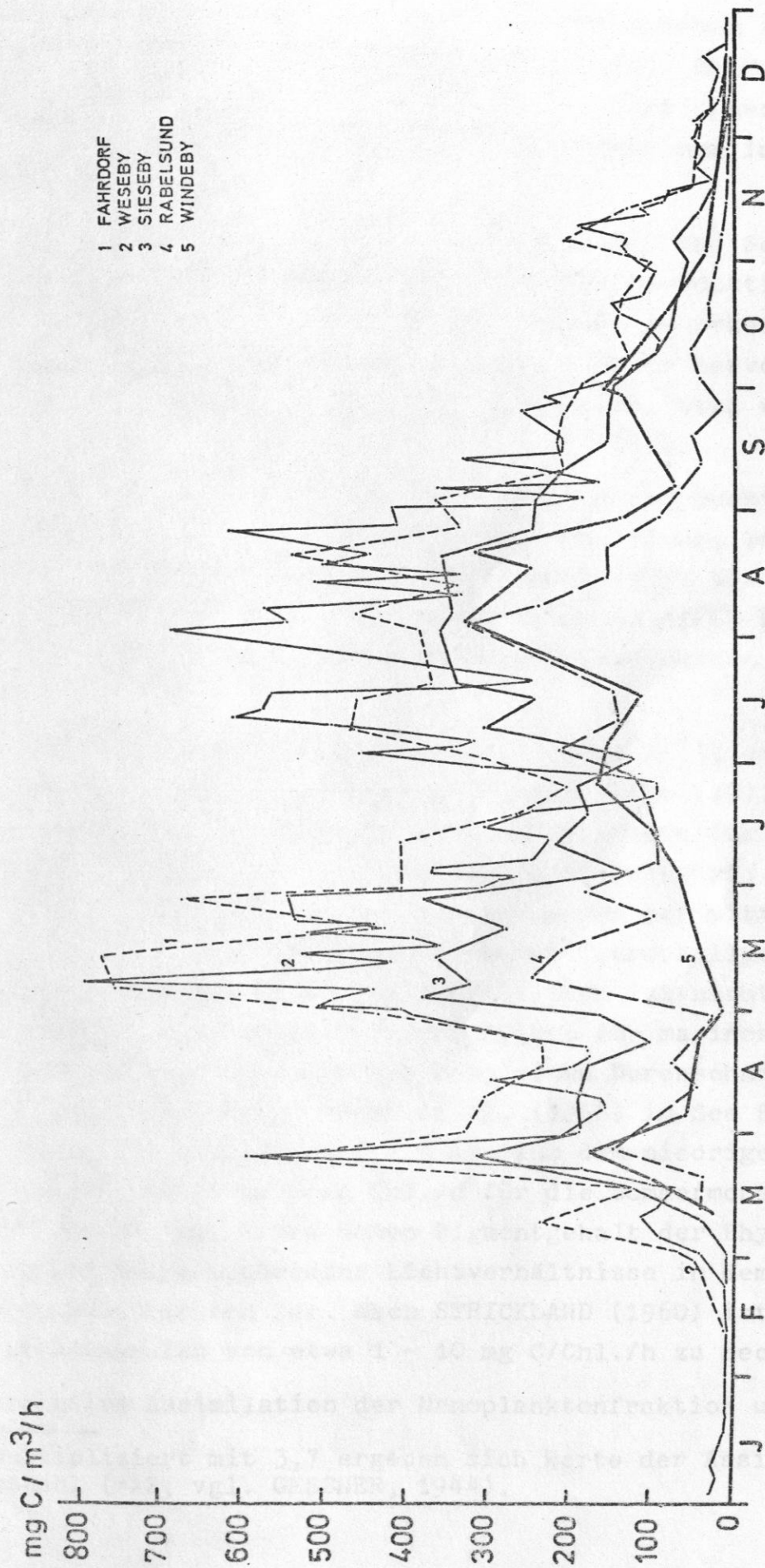


Abb. 18: Die Bruttoprärimärproduktion in der Tiefe maximaler Photosynthese (P<sub>max</sub>) im Jahre 1972

10) wären Angaben pro 10 cm oder Liter vorzuziehen (so auch RODHE, Diskussionsbeitrag zu MATHIESEN, 1971). Ab Mitte März bis Ende Oktober sank  $P_{max}$  von FA bis SI nicht unter 100 mg C/m<sup>3</sup>/h. Im Windebyer Noor wurden solche Werte nur im März und von Juni bis August erreicht.

Wie schon die Jahresgänge von pH, Chlorophyll und Seston (Abb. 5, 7) vermuten lassen, sind drei Hauptproduktionsphasen mit Maxima im März, Mai und Juli-August zu erkennen, während derer die regionalen Unterschiede stärker hervortraten. Die Assimilationsraten verhielten sich im Mai etwa wie 3 (FA) : 3 (WE) : 2 (SI) : 1 (RA) : (0,9 (WI)).

Zum Vergleich sei angeführt, daß in der Kieler Bucht bei Boknis Eck während der Frühjahrsblüte etwa 30 mg, sonst 5 mg C/m<sup>3</sup>/h gemessen wurden (KREY & SARMA, 1970 a). Der höchste veröffentlichte Wert stammt wohl von ALEEM & SAMAN (1969 b): 3300 mg (brutto) im brackigen Lake Mariut (Nildelta).

Die relative Assimilation,  $P_{max}/h/\text{Chlorophyll}^+$ , umfaßt den Bereich 0,5 - 6,5 mg C/mg Chlorophyll (Abb. 19). Während einer herbstlichen Ceratienblüte wurden für die Außenschlei einmal 7,6 mg errechnet. Schleieinwärts nehmen die Werte ab, jene für WI entsprechen denen der mittleren Schlei. Eine direkte Beziehung zwischen Chlorophyllgehalt des Wassers und der relativen Assimilation ist nicht erkennbar. RYTHER & YENTSCH (1957) ermittelten für marines Plankton, Kulturen und Plankton aus Seen einen Durchschnittswert von 3,7 mg C/mg Chl./h; RODHE et al. (1958) im See Erken 0,1 - 8 mg, am häufigsten 1 - 4 mg. Aus dem niedrigen Mittelwert von 26 (9-71) mg C/mg Chl./d für die Sommermonate schloß AHLGREN (1970) auf einen hohen Pigmentgehalt der Phytoplanktonzellen als Folge schlechter Lichtverhältnisse in dem von Cyanophyceen beherrschten See. Nach STRICKLAND (1960) ist mit einem Gesamtbereich von etwa 1 - 10 mg C/Chl./h zu rechnen.

Die relative Assimilation der Nanoplanktonfraktion unter-

<sup>+</sup>) Multipliziert mit 3,7 ergeben sich Werte der Assimilationszahl (=AZ; vgl. GESSNER, 1944).



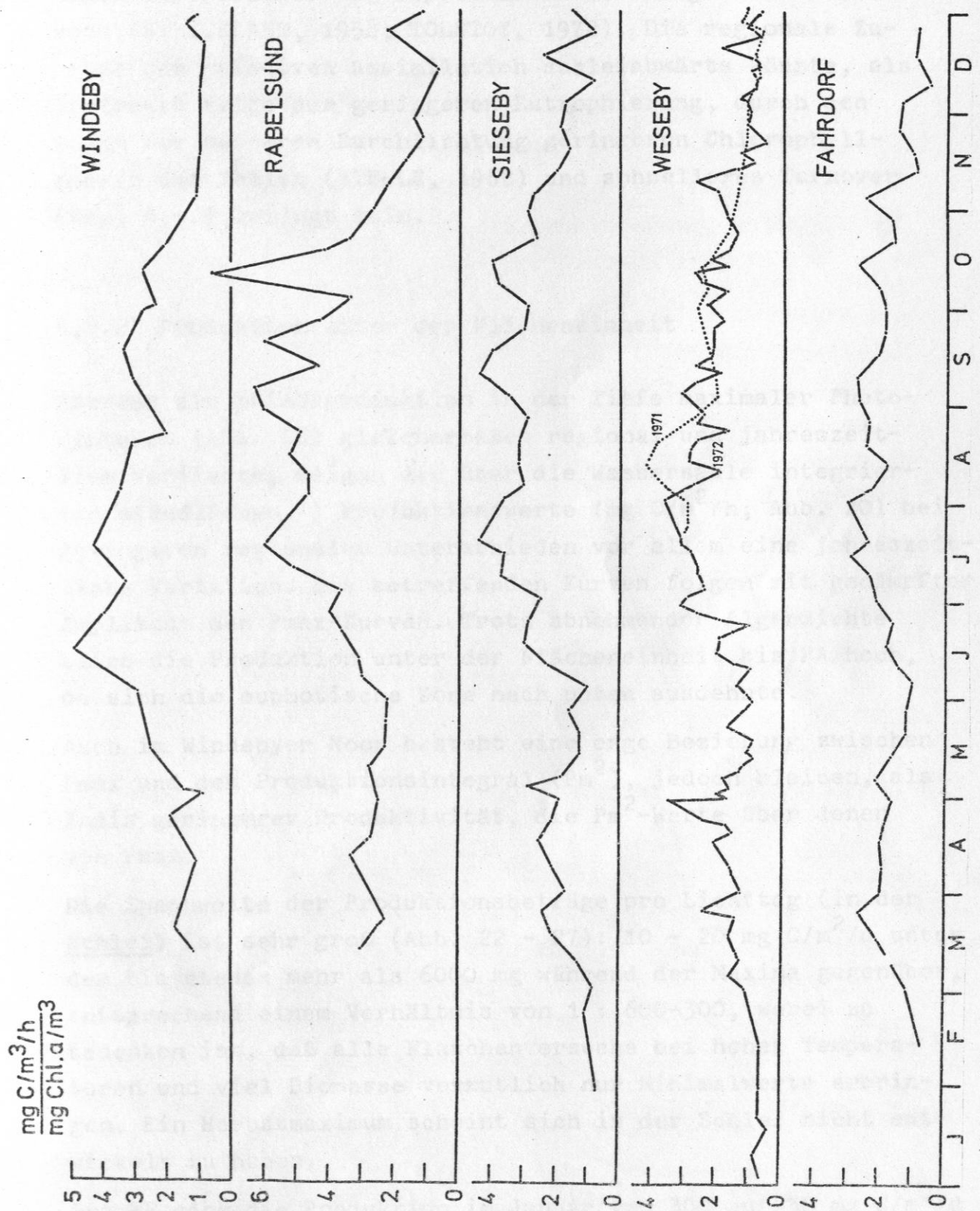


Abb. 19: Bruttoprimärproduktion (Fmax) pro Chlorophyll-Einheit im Jahre 1972

schied sich nicht von der des Gesamtplanktons. Die allgemein höhere Effektivität der Cyanophyceen könnte z. T. damit erklärt werden, daß das grüne Licht von dieser Gruppe wegen des Besitzes von Phycobilinen besser genutzt werden kann (STRICKLAND, 1958; TOLSTOY, 1972). Die regionale Zunahme der relativen Assimilation schleiabwärts könnte, als indirekte Folge der geringeren Eutrophierung, durch den wegen der besseren Durchlichtung geringeren Chlorophyllgehalt der Zellen (STEELE, 1962) und schnelleres Turnover (Kap. 4.4.) bedingt sein.

#### 4.2.2. Produktion unter der Flächeneinheit

Während die Primärproduktion in der Tiefe maximaler Photosynthese (Abb. 18) gleichermaßen regional und jahreszeitlich variierte, zeigen die über die Wassersäule integrierten stündlichen <sup>+</sup>) Produktionswerte ( $\text{mg C/m}^2/\text{h}$ ; Abb. 20) bei geringeren regionalen Unterschieden vor allem eine jahreszeitliche Variation. Die betreffenden Kurven folgen mit gedämpfter Amplitude den  $P_{\text{max}}$ -Kurven. Trotz abnehmender Algendichte blieb die Produktion unter der Flächeneinheit bis RA hoch, da sich die euphotische Zone nach unten ausdehnte.

Auch im Windebyer Noor besteht eine enge Beziehung zwischen  $P_{\text{max}}$  und dem Produktionsintegral ( $P_{\text{m}}^2$ ), jedoch bleiben, als Indiz geringerer Produktivität, die  $P_{\text{m}}^2$ -Werte über denen von  $P_{\text{max}}$ .

Die Spannweite der Produktionsbeträge pro Lichttag (in der Schlei) ist sehr groß (Abb. 22 - 27): 10 - 20  $\text{mg C/m}^2/\text{d}$  unter dem Eis stehen mehr als 6000 mg während der Maxima gegenüber, entsprechend einem Verhältnis von 1 : 600-300, wobei zu bedenken ist, daß alle Flaschenversuche bei hohen Temperaturen und viel Biomasse vermutlich nur Minimalwerte erbringen. Ein Herbstmaximum scheint sich in der Schlei nicht entwickeln zu haben.

Bei WE ging die Produktion im Januar von 300 auf 30  $\text{mg C/m}^2/\text{d}$

<sup>+</sup>) Um den Einfluß der Tageslänge auszuschalten.

zurück, unter dem Eis auf 10 mg. Im März wurden mit der stärkeren Insolation Raten um 2000 mg erreicht. Bis September sanken die Werte nicht unter dieses Niveau. Danach bedingten die kürzer werdenden Tage einen allmählichen Rückgang der Assimilationstätigkeit.

In den anderen Abschnitten der Schlei scheint der Jahresgang ähnlich verlaufen zu sein <sup>+</sup>).

Im Windebyer Noor war das Geschehen gekennzeichnet von einem März-Maximum (2200 mg C/m<sup>2</sup>/d), einem Mai-Minimum (700 mg) und einer sommerlichen Hauptproduktionsphase von Juni bis August (Niveau: 2000 mg, Maximum 4500 mg).

Netzplankton und Nanoplankton zeigten in beiden Gewässern gegenläufige Entwicklungstendenzen: Der Produktionsanteil der Nanoplanktonfraktion betrug in der Schlei von Januar bis Anfang März etwa 100 %. Mit dem Aufkommen der Diatomeen (Schwerpunkt: Außenschlei) ging sein Anteil von innen nach außen zurück: in den Breiten auf 85 %, in der Außenschlei auf 40 %. Im Mai war das Nanoplankton auf allen Stationen wieder fast alleiniger Produzent. Während des Vorherrschens der Cyanophyceen (Schwerpunkt: Innenschlei) ab Juli nahm die Bedeutung der Fraktion von innen nach außen zu. So machte ihr Anteil (trotz 55-um-Gaze wegen des Sestongehalts) Anfang August bei FA 37 %, WE 41 %, SI 82 %, RA 92 % aus. Im September war das Verhältnis 57 : 61 : 90 : 95 %. Ab November war das Nanoplankton wieder Hauptproduzent in den untersuchten Abschnitten der Schlei.

Wie man aus der mit dem Coulter Counter ermittelten Zusammensetzung der suspendierten Substanz ersehen kann (Abb. 8), stellt die durch Assimilationsmessungen deutlich gewordene geringere Bedeutung der Nanoplanktonfraktion während des Vorherrschens der Cyanophyceen keinen Artefakt verstopfter Netzmaschen (Abfiltrieren des Netzplanktons) dar.

<sup>+</sup>) Die am 2.3., 28.3., und 9.4.72 auf einer Station zwischen WE und SI gemessenen Raten gleichen denen von WE.

Die Tagesproduktion des 1 km von der Großen Breite entfernten abwasserfreien Langsees betrug am 28.5.72 nur 137 mg C/m<sup>2</sup>/d (pH 8,15), am 21.6. 650 mg C/m<sup>2</sup>/d.



Die Angaben für das Windebyer Noor sind angesichts der wenigen Bestimmungen mit noch mehr Vorbehalt zu betrachten. Auf die Nanoplanktonfraktion entfielen im März 68 %, im April 42 %, im Mai maximal 95 %, danach bis Dezember etwa 45 % der Gesamtproduktion.

Um das Verhältnis der Flächenproduktion ( $P_m^2$ ) zu  $P_{max}$  durch eine Kennzahl auszudrücken, kann der hier als "mittlere Produktionstiefe" bezeichnete Quotient  $P_m^2 / P_{max}$  (vgl. RODHE, 1971) herangezogen werden. Er stellt einen Index für die Gestalt des vertikalen Produktionsprofils in Abhängigkeit von Licht und Algenverteilung dar: je geringer der Wert, desto flacher die Hauptproduktionszone (vgl. Abb. 21). Die Fläche des Rechtecks  $P_{max} \times m_P$  entspricht der Fläche unter der vertikalen Produktionskurve.

Die zunehmend limitierende Bedeutung des Lichts schlei-aufwärts drückt sich in den folgenden Werten für  $m_P$  aus: RA 1,9 (1,1 - 2,7); SI 1,2 (0,5 - 2,2); WE 1,0 (0,4 - 2,0); FA 0,8 (0,3 - 1,5). Ein kritischer Wert ist vermutlich mit 0,5 erreicht (s. S.92 ). Windebyer Noor: 1,8 (0,9 - 2,5).

Für die Beltsee ergeben sich nach Daten von STEEMANN NIELSEN (1964) Sommerwerte um 9, für die Rügenschens Bodden etwa 1,5 - 3,5 (vgl. HÜBEL, 1965), für dänische Förden von Mai bis September 1,9 - 3,9 (vgl. VANDKVALITETSINSTITUTTET, 1971).

Hinsichtlich der bestehenden Trophie-Einteilungen sei auf die Literaturangaben bei CUSHING (1973) und KALBE (1972) verwiesen. Für "eutrophe" Gewässer werden bis zu 2200 mg C/ $m^2/d$  angegeben, für "hypertrophe" bis zu 5100 mg, für "polytrophe" etwa 8000 mg. Wenn man von der Maximalproduktion ausgeht, wären die inneren Gebiete der Schlei demnach als hypertroph bis polytroph zu charakterisieren, die äußeren als hypertroph (die Maasholmer Breite vermutlich als eutroph), das Windebyer Noor als hypertroph.

Um die Monats- und Jahresproduktion zu ermitteln (Tab. 5 - 7), wurde über die die Tagesraten repräsentierenden Säulen in den Diagrammen eine Linie gelegt und, entsprechend der Anzahl

Tab. 5: Mittelwerte der Bruttoprimärproduktion,  $\text{mg C/m}^2$  / Lichttag (Wassersäule)  
(Werte für Januar und Februar geschätzt (außer WE))

| Station | Jan. | Febr. | März | April | Mai  | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. |
|---------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| WE 1971 | 150  | 370   | 900  | 2400  | 4200 | 4500 | 4400 | 4000 | 3000  | 1500 | 680  | 390  |
| WE 1972 | 190  | 170   | 2200 | 2600  | 4700 | 3800 | 5300 | 4100 | 2100  | 1500 | 690  | 250  |
| FA "    | 200  | 170   | 2400 | 2700  | 4400 | 3900 | 4600 | 4100 | 3000  | 1600 | 600  | 170  |
| SI "    | 90   | 100   | 1800 | 2700  | 4300 | 3200 | 4600 | 3900 | 2500  | 1300 | 480  | 120  |
| RA "    | 10   | 50    | 1100 | 1100  | 3700 | 3200 | 3800 | 3900 | 2000  | 900  | 280  | 70   |
| WI "    |      |       | 1500 | 1600  | 1400 | 3700 | 3600 | 4000 | 2100  | 1400 | 400  | 200  |

Tab. 6: Bruttoprimärproduktion,  $\text{mg C/m}^2$  /  
Lichttag (Wassersäule)

| Station | Jahres-<br>summe | Monats-<br>mittel | Tages-<br>mittel |
|---------|------------------|-------------------|------------------|
| WE 1971 | 810 000          | 67 500            | 2 200            |
| WE 1972 | 847 000          | 70 600            | 2 300            |
| FA "    | 843 000          | 70 300            | 2 300            |
| SI "    | 765 000          | 63 800            | 2 100            |
| RA "    | 616 000          | 51 300            | 1 700            |
| WI "    | 622 000          | 51 800            | 1 700            |

Tab. 7: Bruttoprimärproduktion,  $\text{mg C/m}^2$  /  
Lichttag (Kompensationstiefe)

| Station | Jahres-<br>summe | Monats-<br>mittel | Tages-<br>mittel |
|---------|------------------|-------------------|------------------|
| WE 1972 | 762 000          | 63 600            | 2 100            |
| FA "    | 720 000          | 60 000            | 2 000            |
| SI "    | 695 000          | 57 900            | 1 900            |
| RA "    | 590 000          | 49 200            | 1 600            |
| WI "    | 570 000          | 48 900            | 1 600            |

Tage im Monat, alle an die Linie stoßenden (fiktiven) Säulen (= Tagesproduktionsraten) addiert. Das Ergebnis kommt dem einer graphischen Integration sehr nahe. Die Werte für Januar und Februar wurden geschätzt (WE ausgenommen).

#### 4.2.3. Verhältnis von $O_2$ - zu $^{14}C$ -Produktionsraten und Dunkelfixierung von $CO_2$

Da mit der Sauerstoff- und Radiokohlenstoff-Methode verschiedene Reaktionen (mit verschiedenen Fehlermöglichkeiten) des Assimilationsvorganges gemessen werden, ist von vornherein, zumal bei in-situ-Experimenten, nur eine angenäherte Übereinstimmung der Ergebnisse zu erwarten (vgl. auch STRICKLAND, 1960; FOGG, 1969).

Der mit der  $^{14}C$ -Methode ermittelte Jahresgang der Primärproduktion (Abb. 23, Tab. 8) gibt sehr prononciert die beiden Maxima im Mai und Juli-August wider, dagegen blieb die Spitze im März wegen der Pause zwischen den Messungen unerkannt.

Die Dauer der Inkubation hatte anscheinend keinen gerichteten Einfluß auf das  $^{14}C/O_2$ -Verhältnis, wie an der Verteilung der Quotienten zu erkennen ist. SCHINDLER & COMITA (1972) kommen, nach Durchsicht der Literatur, zu dem Schluß, daß lange Inkubationszeiten (z. B. 24 Std.) sich auf die Ergebnisse der  $O_2$ -Methode weniger ungünstig auswirken als auf die der  $^{14}C$ -Methode.

Bezüglich der Vertikalverteilung fällt auf, daß mit der Tiefe die Divergenz in Richtung geringerer  $^{14}C$ -Werte bisweilen zunimmt, während diese in den oberen Horizonten oft über denen der  $O_2$ -Methode lagen. MC ALLISTER et al. (1964) erklärten die geringere Übereinstimmung in der Tiefe mit der bei schlechten Lichtverhältnissen höheren Exkretion. Eine andere Erklärung könnte in der Aufnahme nichtmarkierter organischer C-Verbindungen liegen (STRICKLAND, 1960). Vor allem aber sind Fehler vom Festhalten an einem Assimilations- bzw. Respirationsquotienten auf seiten der  $O_2$ -Methode zu er-



Tab. 8: Vergleichende Bestimmungen der Primärproduktion  
mit der Sauerstoff- und der  $^{14}\text{C}$ -Methode

| Datum<br>1972         | Brutto<br>$\text{O}_2$ | Netto<br>$\text{O}_2$ | Brutto<br>$^{14}\text{C}$ | $^{14}\text{C}$ /Brutto<br>$\text{O}_2$ | $^{14}\text{C}$ /Netto<br>$\text{O}_2$ | $\text{CO}_2$ -Dunk.fix.<br>$\text{mg C/m}^3/\text{Lichtt.}$ | $\text{CO}_2$ -Dunk.fix.<br>% vom Pmax | Inkubation<br>h |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|---|--|--|--|-----------------|
| 2. 1.                 | 294                    | 140                   | 144                       | 0,49                                    | 1,03                                   | 4,2  | 2,4                                    | 4,5             |
| 17. 1.                | 120                    | -                     | 85                        | 0,71                                    | -                                      | 1,7  | 2,7                                    | 5,0             |
| 30. 1.                |                        |                       | 15                        |   |  | 1,2  | 8,1                                    | 4,5             |
| 5. 2.                 |                        |                       | 10                        |   |  | 1,3  | 17,1                                   | 7,0             |
| 14. 2.                |                        |                       | 119                       |   |  | 3,5  | 4,0                                    | 6,0             |
| 21. 2.                |                        |                       | 296                       |   |  | 2,0  | 3,2                                    | 5,0             |
| 5. 3.                 | 1571                   | 1220                  | 1043                      | 0,66                                    | 0,85                                   | 7,9  | 0,9                                    | 5,5             |
| 18. 3.                | 2193                   | 1250                  | 1704                      | 0,78                                    | 1,36                                   | 17,5   | 1,2                                    | 6,0             |
| 18. 3. <sup>+</sup> ) | 1919                   | 1450                  | 1558                      | 0,81                                    | 1,07                                   | 12,1   | 1,0                                    | 6,0             |
| 10. 4.                | 2571                   | 1660                  | 2574                      | 1,00                                    | 1,55                                   | 9,1  | 0,3                                    | 7,3             |
| 23. 4.                | 2650                   | 1930                  | 2997                      | 1,13                                    | 1,55                                   | 14,8   | 0,4                                    | 6,6             |
| 7. 5.                 | 6430                   | 3770                  | 5875                      | 0,91                                    | 1,56                                   | 35,0   | 0,3                                    | 3,8             |
| 22. 5.                | 5154                   | 3380                  | 6156                      | 1,19                                    | 1,82                                   | 23,2   | 0,2                                    | 5,2             |
| 11. 6.                | 4150                   | 2650                  | 2742                      | 0,66                                    | 1,03                                   | 21,3   | 0,6                                    | 8,1             |
| 25. 6.                | 2151                   | 940                   | 2283                      | 1,06                                    | 2,43                                   | 28,8   | 1,7                                    | 8,3             |
| 11. 7.                | 5416                   | 3700                  | 6252                      | 1,15                                    | 1,69                                   | 66,0   | 0,6                                    | 8,0             |
| 3. 8.                 | 4786                   | 3380                  | 6438                      | 1,35                                    | 1,90                                   | 68,0   | 0,6                                    | 8,0             |
| 17. 8.                | 3656                   | 2240                  | 4395                      | 1,20                                    | 1,96                                   | 46,6   | 0,6                                    | 7,7             |
| 3. 9.                 | 2880                   | 1940                  | 3354                      | 1,16                                    | 1,73                                   | 66,5   | 2,2                                    | 3,0             |
| 17. 9.                | 2578                   | 1670                  | 2531                      | 0,98                                    | 1,52                                   | 50,0   | 2,4                                    | 6,3             |
| 1.10.                 | 2050                   | 1580                  | 3020                      | 1,47                                    | 1,91                                   | 28,0   | 0,9                                    | 5,3             |
| 15.10.                | 1630                   | 1250                  | 1373                      | 0,84                                    | 1,10                                   | 43,3   | 3,9                                    | 5,5             |
| 3.11.                 | 860                    | 540                   | 705                       | 0,82                                    | 1,31                                   | 13,2   | 2,4                                    | 3,5             |
| 17.11.                | 612                    | 470                   | 607                       | 0,99                                    | 1,29                                   | 5,2  | 0,9                                    | 5,0             |
| 7.12.                 | 194                    | 90                    | 262                       | 1,35                                    | 2,92                                   | 7,2  | 2,4                                    | 4,3             |
| 20.12.                | 420                    | 310                   | 429                       | 1,02                                    | 1,38                                   | 5,0  | 1,5                                    | 4,7             |
| 29.12.                | 165                    | -                     | 236                       | 1,38                                    | -                                      | 4,7  | 4,6                                    | 4,8             |
| $\bar{x}$             |                        |                       |                           | 1,00                                    | 1,56                                   |  | 1,9                                    |                 |

<sup>+</sup>) 20  $\mu\text{m}$ -Fraktion

warten. Die bei hohem Lichtangebot geringeren  $O_2$ -Raten könnten die Folge von Photooxidation körpereigener Substanz sein (MC ALLISTER, 1961) und/oder bedingt sein durch die bei sehr hoher Sauerstoffkonzentration und Anreicherung von Assimilaten intensivierten Respiration (GESSNER & PANNIER, 1958, 1958 a). Andererseits zeigen diese Arbeiten und die Befunde UHLMANNs (1966), der in Teichen bis zu 500 %ige Sauerstoffsättigung registrierte (!), daß hohe  $O_2$ -Konzentrationen im Außenmedium per se die Photosynthese weniger beeinflussen.

Aufgrund der Ergebnisse von THOMAS (1971) kann angenommen werden, daß in einem so produktiven Gewässer wie der Schlei der Anteil der gelösten Assimilationsprodukte nur einige Prozente der Gesamtproduktion ausmacht. THOMAS stellte fest, daß mit der Entfernung von der Küste (Nordamerikas) und mit zunehmender Nährstoffverarmung des Wassers die Exkretion auf etwa 50 % anstieg, vermutlich im Zusammenhang mit der Größe des jeweiligen Pools gelöster organischer Stoffe.

Die  $^{14}C$ -Raten erreichten bei WE 100 (49 - 138) % der Brutto- und 156 (85 - 292) % der Netto- $O_2$ -Raten.

MITCHELL (1971) bestimmte für ein flaches Binnengewässer 38 - 148 % (bezogen auf Brutto- $O_2$ -Werte) und 40 - 95 % (Netto-), wobei keine Korrekturfaktoren zur Angleichung der Ergebnisse verwendet wurden.

Während z. B. RYTHER & VACCARO (1954), RYTHER (1956), STEEMANN NIELSEN & AL KHOLY (1956), MÜLLER & KNÖPP (1971) und LANDE (1973) von ausreichender Übereinstimmung der mit den beiden Methoden gewonnenen Ergebnisse berichten, kamen MC ALLISTER et al. (1961, 1964) und VOLLENWEIDER & NAUWERCK (1961) zu Raten, die bis zum Faktor 4 voneinander abweichen, ohne daß angegeben werden konnte, bei welcher Methode die Ursachen dafür bevorzugt zu suchen wären. Berücksichtigt man auch, daß bei Produktionsberechnungen über  $O_2$ -Ganglinien (s. z. B. KALBE, 1972) oder über pH- und  $CO_2$ -Änderungen im freien Wasser (VERDUIN, 1960), parallel zu Flaschenexperimenten, zweifach höhere Produktionswerte ermittelt wurden, so muß man mit GILLBRICHT (1969) davon ausgehen, daß die absolute Genauigkeit der Produktionsbestimmungen wegen des bis heute

nicht befriedigend gelösten Methodenproblems keinesfalls besser ist als die der Biomassebestimmungen (vgl. z. B. HAGMEIER, 1960).

Mit der Sauerstoffmethode gewonnene Produktionsangaben verschiedener Untersucher (Institutionen) lassen sich von vornherein besser miteinander vergleichen als  $^{14}\text{C}$ -Angaben, da die Sauerstoffbestimmung (chemisch oder elektrochemisch) einfach und genau ist. Das  $^{14}\text{C}$ -Verfahren birgt wegen der komplizierten Einzelschritte (Bestimmung des Gesamtkohlendioxidgehalts des Wassers, der Aktivität der  $^{14}\text{C}$ -Lösung, der Ausbeuterate der Zählapparatur, der gelösten  $^{14}\text{C}$ -Assimilate, der Selbstabsorption der abfiltrierten Substanz) mehr Fehlermöglichkeiten in sich. So stellte TOLSTOY (1972) fest, daß das an seinem Institut in Uppsala gebräuchliche Verfahren zu Impulsraten (und damit Produktionswerten) führte, die um 25 % höher lagen, als die an denselben Filtern von der  $^{14}\text{C}$ -Agency in Søborg (Dänemark) ermittelten. FOGG (1969) empfiehlt für den Fall, daß die Primärproduktion hoch genug ist, um mit beiden Methoden gemessen zu werden, die Sauerstoffmethode.

In interessanter, aber nicht unbedenklicher Weise kombinierte QUASIM (1973) beide Verfahren, um in einem erheblich mit allochthoner Substanz beladenem Ästuar die Respiration nur des Phytoplanktons zu erhalten: Von der über den Sauerstoff gemessenen Bruttoproduktion zog er die als Nettoproduktion angesehene  $^{14}\text{C}$ -Rate ab.

Nach STEEMANN NIELSEN (1960) beträgt die  $\text{CO}_2$ -Dunkelfixierung des Phytoplanktons etwa 1 - 2 % der bei Lichtsättigung gemessenen photosynthetischen  $\text{CO}_2$ -Aufnahme. Die bei WE ermittelten Raten bleiben relativ niedrig: 1,9 (0,2 - 17,1) % bzw. 1,2 - 68 mg C/m<sup>3</sup>/Lichttag (Tab. 8). Auch diese Ergebnisse sprechen nicht für eine erhöhte bakterielle Aktivität in den Versuchsflaschen. Nach den Untersuchungen von RHEINHEIMER (1970) b, d) sind in der sommerlichen Hauptvegetationszeit die Gesamtkeimzahlen in der Schlei am geringsten, wahrscheinlich als Folge der bei höheren Temperaturen sich stärker auswirkenden "Bakterizidie von Meer- und Brackwasser auf Bakterien nicht-mariner Herkunft". Zudem ist mit antibiotischen Effekten stark assimilierender Phytoplanktonblüten zu rechnen (RHEINHEIMER



1971, S. 96).

HÜBEL (1965) gibt für die vergleichbaren Brackgewässer Rügens 0,3 - 3,4 % an, entsprechend 0,8 - 38,0 mg C/m<sup>3</sup>/d. Fast regelmäßig wurden in der gesamten Wassersäule (gleiche Raten) gemessen.

#### 4.3. Respiration und Nettoproduktion

Aus der Sauerstoffabnahme während der Inkubation in den verdunkelten Flaschen und der Anfangskonzentration schließt man auf die Respiration im eingeschlossenen Wasser, d. h. auf die Atmung der gesamten Planktongemeinschaft, wobei der Anteil der Heterotrophen (Bakterien, farblose Flagellaten, Zooplankton) ungewiß bleibt. WIKTOR (1971) berechnete mit Angaben aus der Literatur, daß auf das Crustaceenplankton des Stettiner Haffs etwa 3 - 14 % (in einem Extremfall 73 %) des täglichen Sauerstoffverbrauchs entfallen. Da bei den hier besprochenen Untersuchungen das größere Zooplankton ausgeschlossen wurde, blieb der Fehler geringer. Auch die schon erwähnte Abnahme der Respirationsraten während längerer Inkubationen läßt vermuten, daß eine grobe Verfälschung der Phytoplankton-Respirationswerte durch heterotrophe Sauerstoffzehrung wegen des Übergewichts der Algenbiomasse nicht eingetreten ist. (s. auch SCHINDLER & COMITA, 1972). Da in den Dunkelflaschen das Algenwachstum zum Erliegen kommt, wird vielmehr die aus diesem Grunde gegenüber den Hellflaschen geringere Atmung z. T. kompensiert.

Die Bestimmung der Phytoplankton-Respiration allein ist nur mit einer komplizierten Inkubatormethode nach STEEMANN NIELSEN & HANSEN (1959 b) möglich.

##### 4.3.1. Verhältnis der Respiration zu P<sub>max</sub>

Die Respiration zeigte deutliche Beziehungen zur Primärproduktion, wie am Verlauf der Jahresgänge beider zu erkennen ist (Abb. 18; 20 unten): bis zu 50 mg C/m<sup>3</sup>/h bei FA und WE,

40 mg bei SI, 35 mg bei RA und  $23 \text{ mg C/m}^3/\text{h}$  im Windebyer Noor. Die Monatsmittelwerte stiegen bis Juli an (Abb. 14 - 17).

Bezogen auf die Produktion in der Tiefe maximaler Assimilation betrug die Respiration ab März bis Anfang Dezember, von FA bis SI und im Windebyer Noor, ungefähr 10 (5 - 25) %, bei RA lag sie etwas darüber. Die Atmungsaktivität des Nanoplanktons scheint nicht erhöht gewesen zu sein. Der Respirationsanteil der entsprechenden Fraktion entsprach im Jahresmittel ihrem Beitrag zur Produktion: etwa 85 % in der Schlei, 60 % im Windebyer Noor.

RYTHER (1954) gibt für Chlamydomonas-Kulturen in der exponentiellen Phase die Respiration zu 5 - 10 % von  $P_{\text{max}}$  an. STEEMANN NIELSEN & HANSEN (1959 b) ermittelten für die reine Phytoplanktonatmung 5 - 25, meist 8 - 10 %. Dagegen fanden HEPHER & LANGER (1970) in dem vom Jordan durchflossenen See von Tiberias Respirationsraten zwischen 13 und 163 % von  $P_{\text{max}}$  (24-Std.-Exposition, keine Vorfiltration), für die vor allem der hohe Bakteriengehalt des Wassers verantwortlich gemacht wurde. Bei Vorversuchen mit der  $^{14}\text{C}$ -Methode hatten die Autoren oftmals Raten der  $\text{CO}_2$ -Dunkelfixierung gefunden, die die photosynthetische  $\text{CO}_2$ -Aufnahme übertrafen.

#### 4.3.2. Kompensationstiefe

Die Kompensationstiefe (Tiefe, wo Bruttoproduktion = Respiration) wurde graphisch ermittelt: Die dem Respirationsbetrag entsprechende Parallele zur Ordinate schneidet das Vertikalprofil der Produktion im Kompensationspunkt (vgl. Abb. 21). Dabei wurde angenommen, daß die Respiration, wegen der meist ausgeglichenen Planktonverteilung in der Wassersäule, sich ebenfalls nicht wesentlich unterscheidet. Wie vergleichende Messungen mit Oberflächen- und Tiefenwasser bestätigten, war diese Annahme gerechtfertigt (vgl. auch die Diagramme bei HEPHER, 1962; WROBEL, 1965; UHLMANN, 1966; WIKTOR, 1971).

Die Kompensationstiefe über 24 Stunden (Abb. 22, 24 - 28) war bei FA von April bis November in etwa 1 m Tiefe anzutreffen, je nach Einstrahlung und Sestongehalt. In der

dunklen Jahreszeit wurde oft keine positive Produktionsbilanz mehr ermöglicht. Für die Große Breite ergab sich trotz häufigerer Beobachtungen eine grundsätzlich gleiche Verteilung.

In der mittleren Schlei war der Jahresgang der 24-Std.-Kompensationstiefe ausgeprägter. Die Werte schwankten um 1,5 m: Minimum im Mai mit 0,75 m, bis Oktober auf 2,5 m steigend.

Bei Rabelsund wirkte sich die Nähe zur Ostsee aus: Je nach Strömungsrichtung befand sich die Kompensationstiefe zwischen 1,5 und 4,5 m.

Im Windebyer Noor lag das Niveau bei 2,5 - 3,0 m. Minima: im März 2 m, im August 1,5 m.

Die Kompensationstiefe pro Lichttag befand sich in der hellen Jahreszeit wegen der hohen Oberflächenproduktion nur wenige Dezimeter tiefer. Von September bis März erreichte die Differenz bis zu 2 m, wenn überhaupt eine positive Bilanz errechnet wurde. In den untersuchten Gewässern war die 1 %-Lichttiefe, wie sie sich aus der Beziehung: Sichttiefe  $\times 2,65$  ergab (vgl. Tab. 4), meist kein verlässliches Kriterium der euphotischen Schicht. Nur von Mai bis September ließ sich an hellen Tagen eine gewisse Übereinstimmung feststellen. Die 1 %-Lichttiefe blieb etwa 30 cm unterhalb der über in-situ-Messungen bestimmten Kompensationstiefe pro Lichttag. Dies ist vermutlich überwiegend bedingt durch das vage Konzept der 1 %-Tiefe (RYTHER, 1963), weniger durch Überschätzung der Respiration. Demgegenüber scheint es gerechtfertigt, die Kompensationstiefe dort anzunehmen, wo noch etwa 10 % (Lichttag) bzw. 20 % (24-Std.-Tag) der maximalen Bruttoproduktion angetroffen werden. Die Respiration während der Wintermonate (November - März) berücksichtigte STEEMANN NIELSEN (1964) analog mit 30 - 50 %.



#### 4.3.3. Respiration unter der Flächeneinheit und Kritische Tiefe

Angesichts der durchmischten Wassersäule hat die Angabe der Respiration in der euphotischen Schicht nur theoretische Bedeutung: In der Schlei fielen die Respirationswerte bis April auf 30 %, blieben bis September meist darunter und nahmen dann wieder bis etwa 80 % zu, entsprechend einem Gesamtbereich von 12 - 90 % von  $P_m^2$ . JONASSON & MATHIESEN (1959) berechneten die Jahresnettoproduktion, indem sie die Respiration der euphotischen Zone mit 25 % berücksichtigten, welcher Mittelwert auch für die Schlei gilt (vgl. Abb. 24. Für die anderen Stationen ergaben sich ganz ähnliche Proportionen.). Im Windebyer Noor pendelten die Werte von März bis Oktober um 30 %, Maximum im Dezember mit 65 %.

Bezogen auf die gesamte Wassersäule veratmete das Phytoplankton in der Außenschlei von März bis Oktober etwa 45 %, in den inneren Gebieten meist mehr als 50 %, während der Wintermonate bis zu 400 % der Bruttoproduktion (Abb. 23, 25 - 27). Für das Windebyer Noor ergaben sich Raten zwischen 60 und 75 %, im Winter 100 %.

Da in beiden Gewässern die turbulente Zone bis auf den Grund reicht, die Hauptproduktionszone aber auf eine schmale Oberflächenschicht beschränkt bleibt, wird dieser zwar laufend Nährsalze zugeführt, andererseits verbleibt die Masse der Produzenten ohne ausreichende Assimilationsenergie. Daher ist es wichtig zu wissen, bis in welche Tiefe der Gesamtverlust organischer Substanz durch die Gesamtproduktion gedeckt wird: Konzept der Kritischen Tiefe (= KT) von SVERDRUP (1953), entsprechend TALLINGS (1957) column compensation depth oder dem P/R-Quotienten (z. B. KALBE, 1972). Von März bis Oktober erreichte die KT in der Schlei bis SI meist 4 - 6 m, selten mehr als 8 m, maximal 10 m im Mai. Ab November schwankte die KT zwischen 4 und 0,5 m. Der Gesamtbereich entsprach dem zwei- bis neunfachen der Kompensationstiefe, am häufigsten dem 4- bis 6fachen. Bei RA erreichte die KT bis Oktober etwa 7 m, im Mai maximal

12 - 13 m, entsprechend etwa der 2- bis 4fachen Kompensationstiefe.

Im Windebyer Noor betrug die KT bis Mai um 8 m, von Juni bis August 15 m, danach verringerte sie sich auf 5 m, entsprechend dem 1,5 - 7fachen der Kompensationstiefe.

Nach GRAN & BRAARUD (1935, z. n. HICKEL, 1965) kann die KT das 5- bis 10fache der Komp.tiefe erreichen. CUSHING (1962) berechnete aus Lichtverteilung, Respiration und Vermischungstiefe KT-Werte für die Nordsee von 5,5 x Komp.tiefe im Januar und 8,2 x Komp.tiefe im Juni. Nach STRICKLAND (1965 b) ist eine positive Produktionsbilanz anzunehmen, wenn die Turbulenztiefe nicht weiter reicht, als der 5fachen euphotischen Schicht entspricht.

#### 4.3.4. Nettoproduktion unter der Flächeneinheit

Da die Respirationsraten in einem für Phytoplankton zu erwartenden Bereich blieben, war es vertretbar, auch die Jahresnettoprimärproduktion zu berechnen (vgl. S. 61, unten ).

Bezogen auf die euphotische Schicht betrug die Nettoproduktion (über 24 Std.) bei FA und WE 74 %, bei SI 69 %, bei RA 65 % und im Windebyer Noor 73 % der entsprechenden Bruttoproduktion.

Tab. 9: Nettoproduktion in der euphotischen Zone (1972)  
mg C/m<sup>2</sup>/24 Std.

| Stat. | Jahressumme | Monatsmittel | Tagesmittel |
|-------|-------------|--------------|-------------|
| FA    | 535 000     | 44 600       | 1 460       |
| WE    | 571 000     | 47 600       | 1 560       |
| SI    | 485 000     | 40 400       | 1 330       |
| RA    | 385 000     | 32 100       | 1 060       |
| WI    | 416 000     | 34 600       | 1 140       |

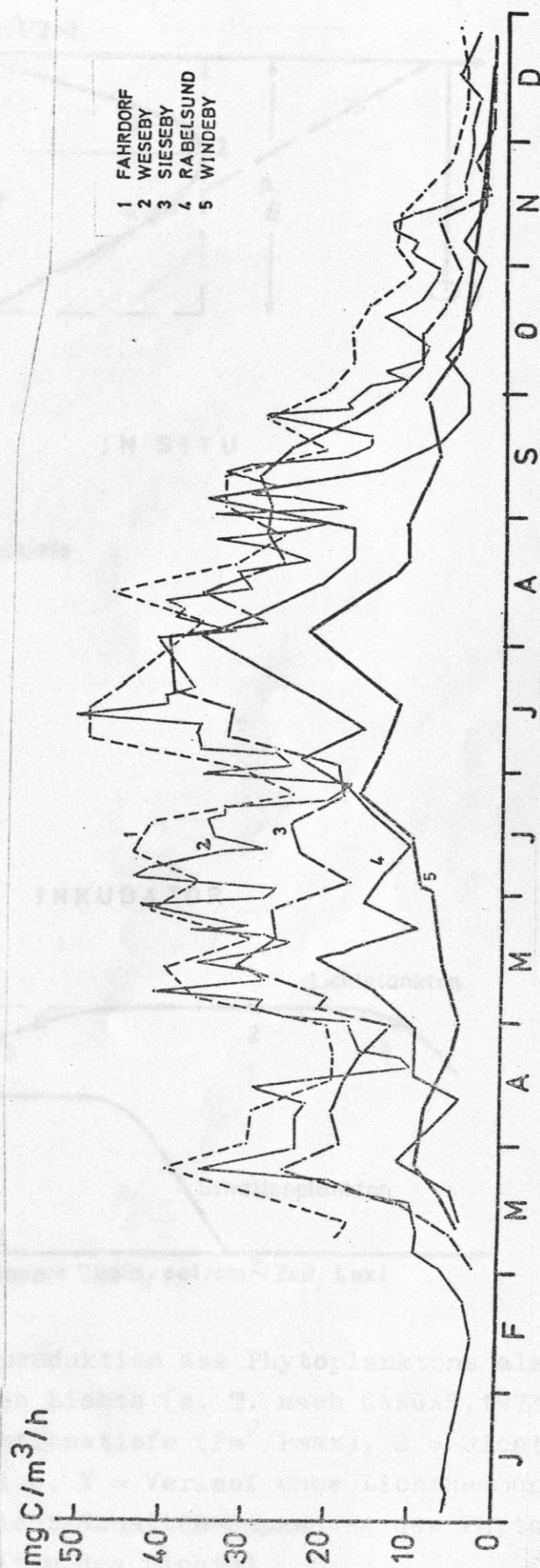
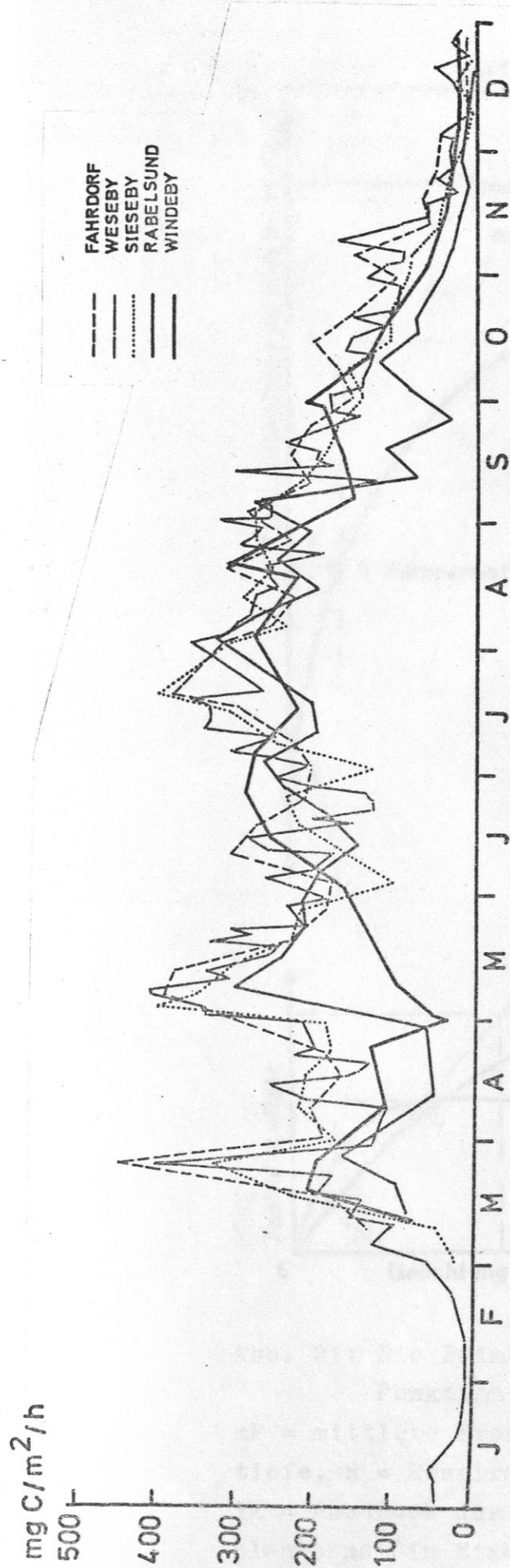


Abb. 20: Oben : Bruttoprimärproduktion unter der Flächeneinheit (Pm<sup>2</sup>) im Jahre 1972  
 Unten : Respiration (O<sub>2</sub>-Abnahme in den Dunkelflaschen)



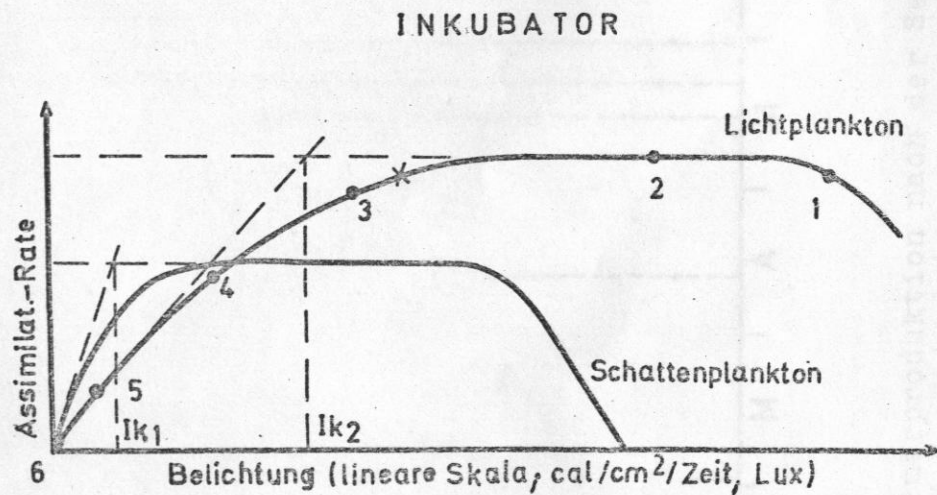
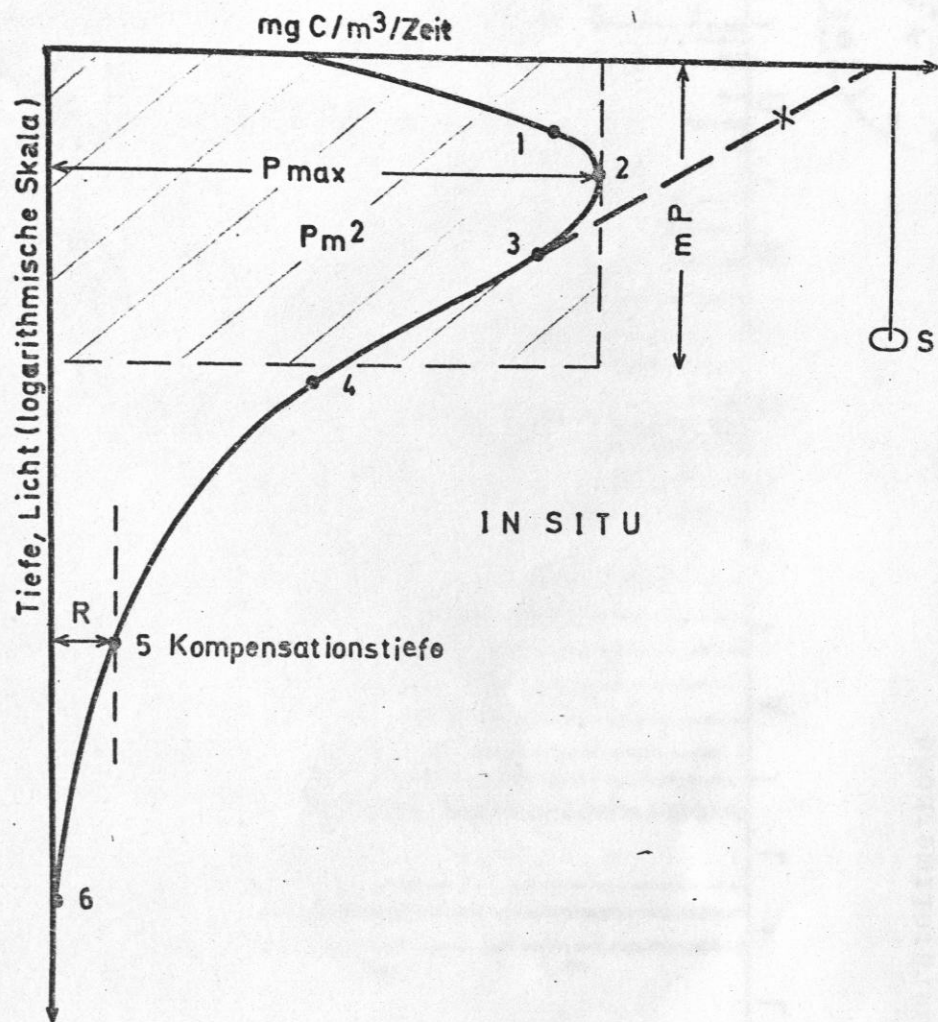


Abb. 21: Die Primärproduktion des Phytoplanktons als Funktion des Lichts (z. T. nach GARGAS, 1973).  $mP$  = mittlere Produktionstiefe ( $P_{m2}/P_{max}$ ),  $S$  = Sichttiefe,  $R$  = Respiration,  $X$  = Verlauf ohne Lichthemmung,  $Ik$  = Ausdruck der Licht/Schatten-Anpassung des Phytoplanktons (in Einheiten des Lichts)

mgC/m<sup>2</sup>/d

WESEBY 1971

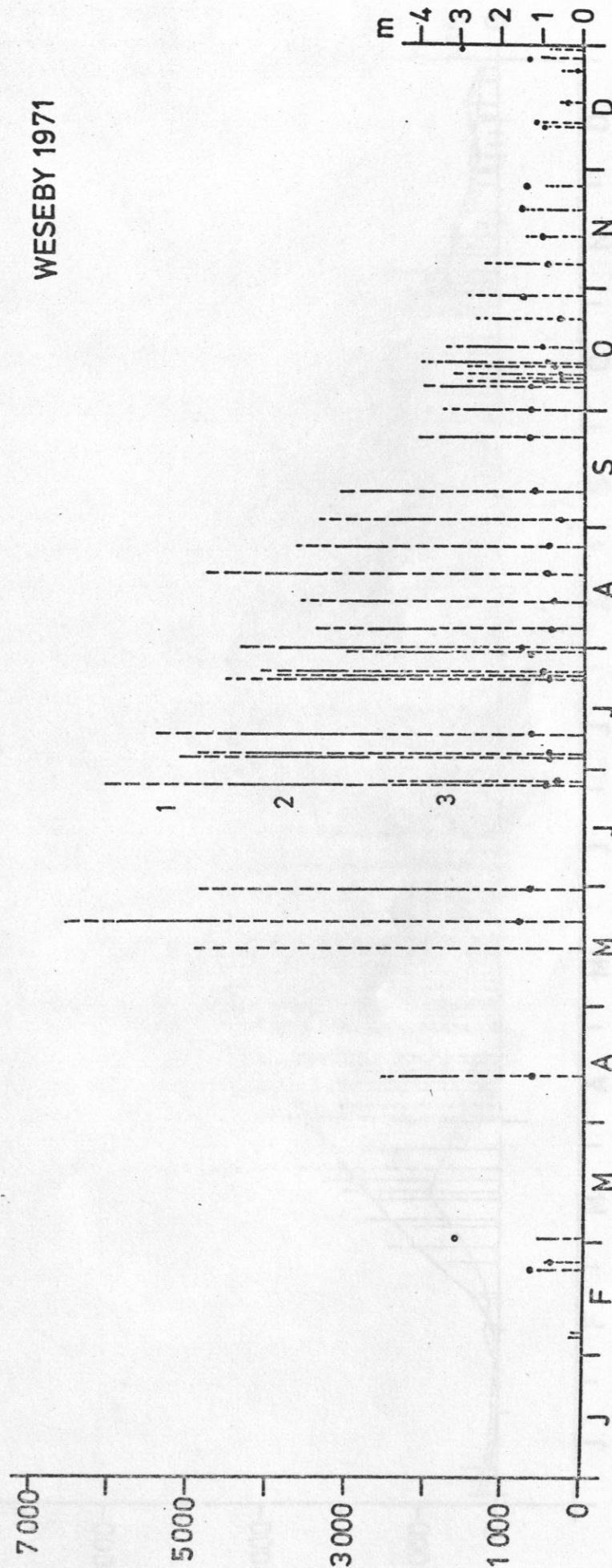


Abb. 22: Primärproduktion nach der Sauerstoffmethode

(1 + 2 + 3 = Bruttoprod./Wassersäule, 2 + 3 = Bruttoprod./Kompensations-  
tiefe, 3 = Nettoprod./Kompensationst., Punkte = Kompensationst./24 Std.



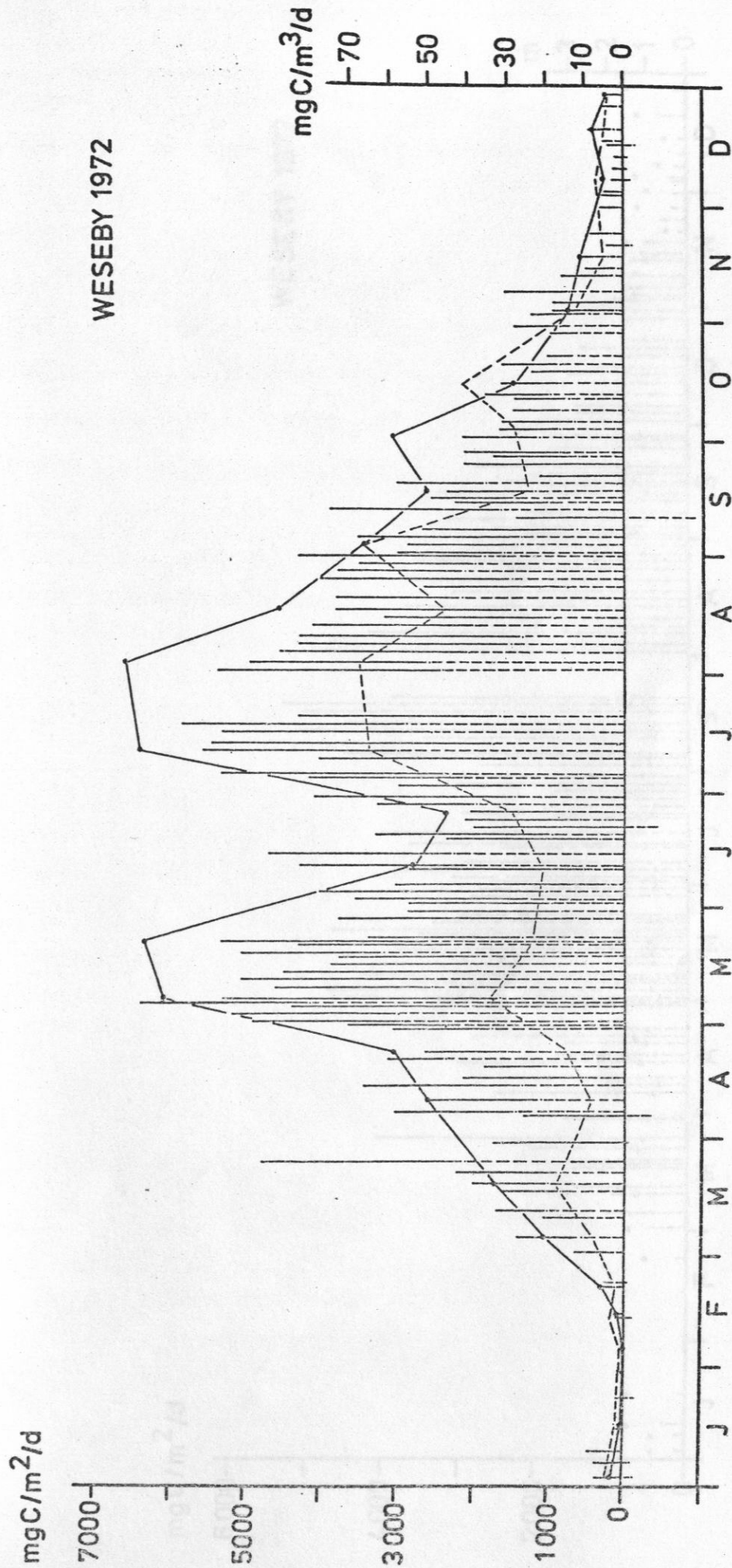


Abb. 23: Vergleichende Bestimmungen der Primärproduktion / Wassersäule mit der  
 $\text{O}_2$  - Methode (ganze Säule: brutto; gestrich. Abschnitt: netto / 24 Stunden)  
 $^{14}\text{C}$  - Methode (oberes Polygon, brutto).  
 $\text{CO}_2$  - Dunkelfixierung / Lichttag (unteres Polygon, rechte Skala)



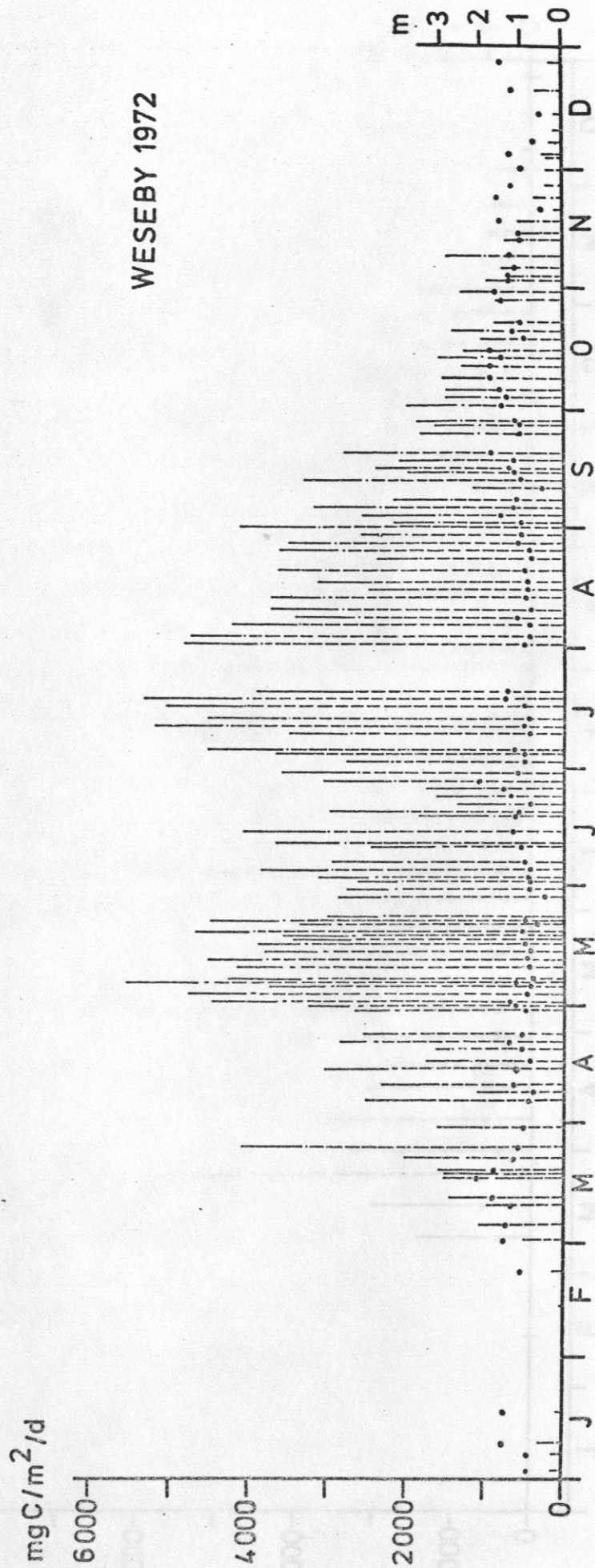


Abb. 24: Primärproduktion / Kompensationstiefe (ganzes Säu = brutto, gestr. Abschnitt = netto, Punkte = Kompensationstiefe / 24 Std.)

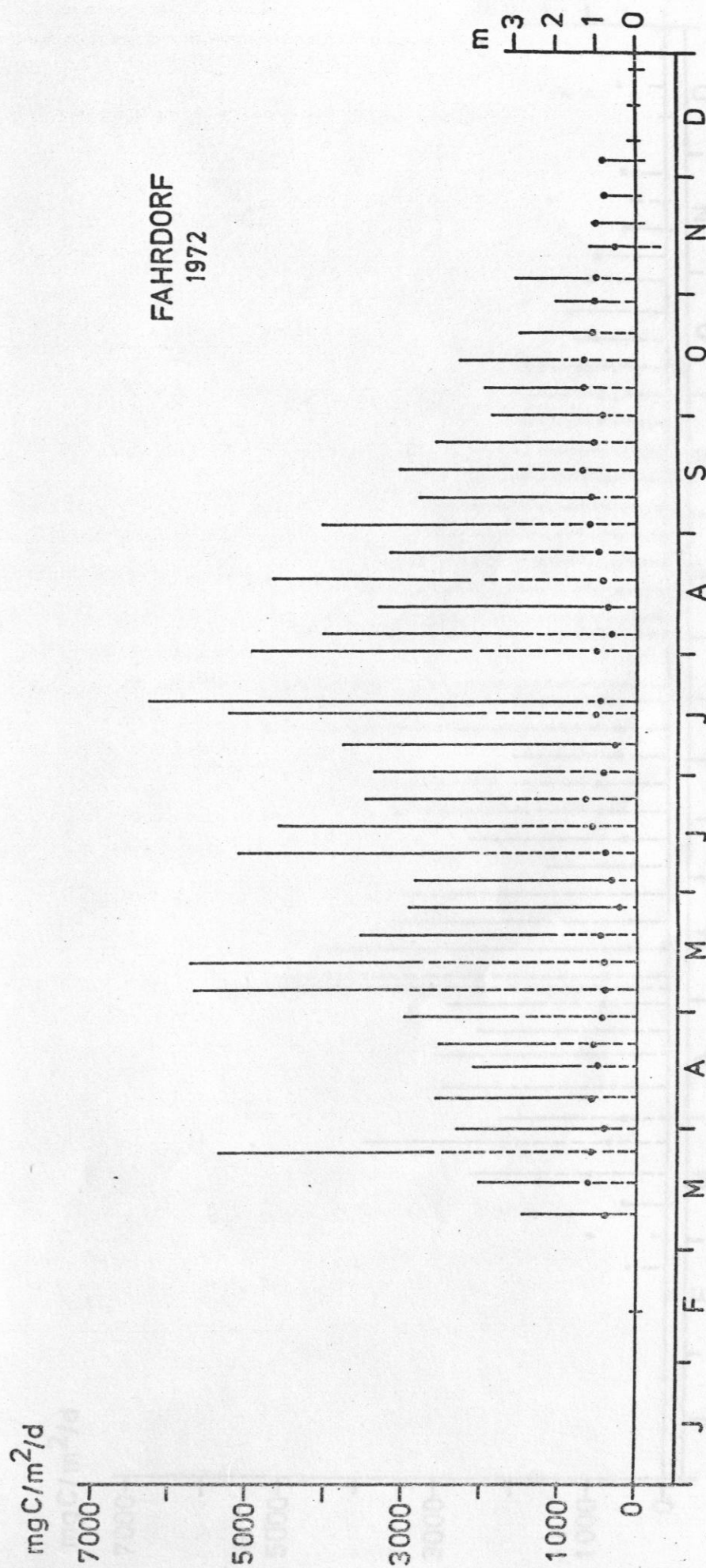


Abb. 25: Primärproduktion / Wassersäule (ganze Säule = brutto, gestr. Abschnitt = netto / 24 Std., Punkte = Kompensationstiefe / 24 Stunden)

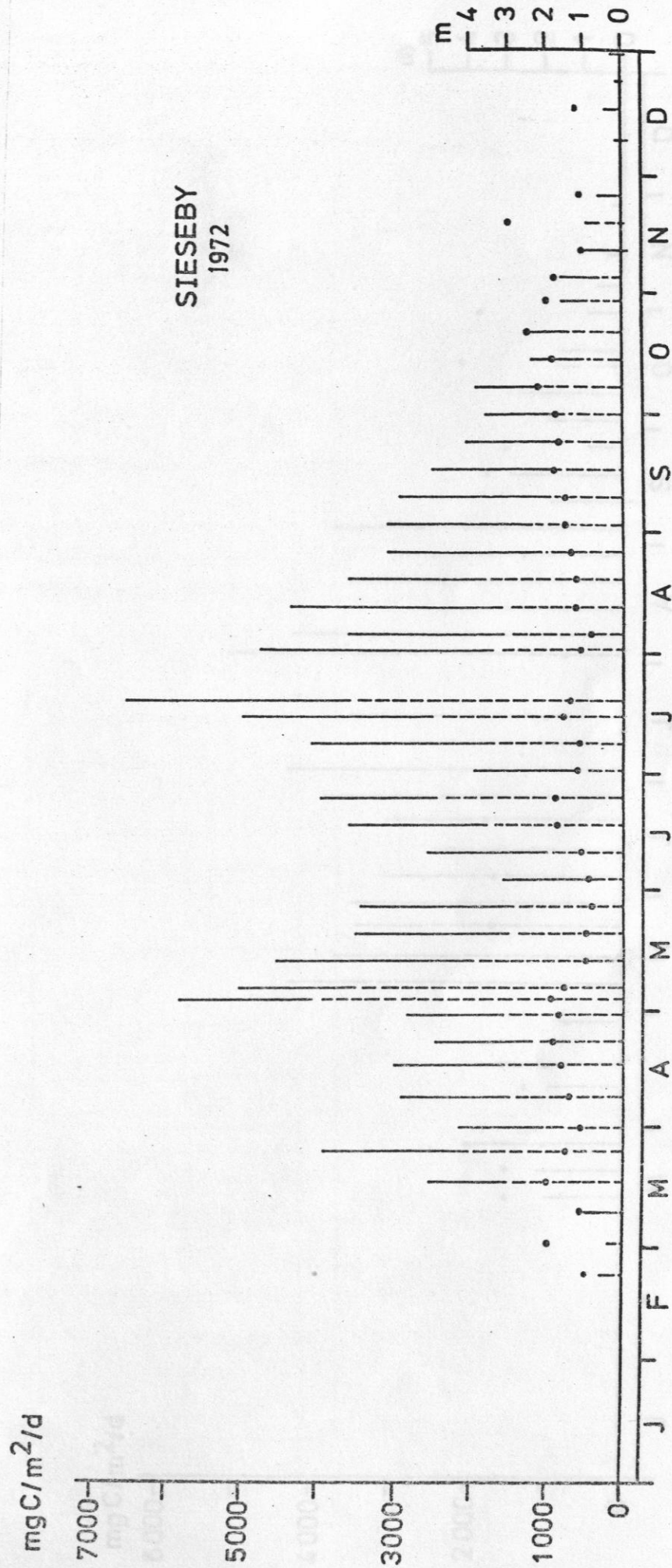


Abb. 26: Primärproduktion / Wassersäule (ganze Säule = brutto, gestr. Abschnitt = netto / 24 Std., Punkte = Kompensationstiefe / 24 Stunden)



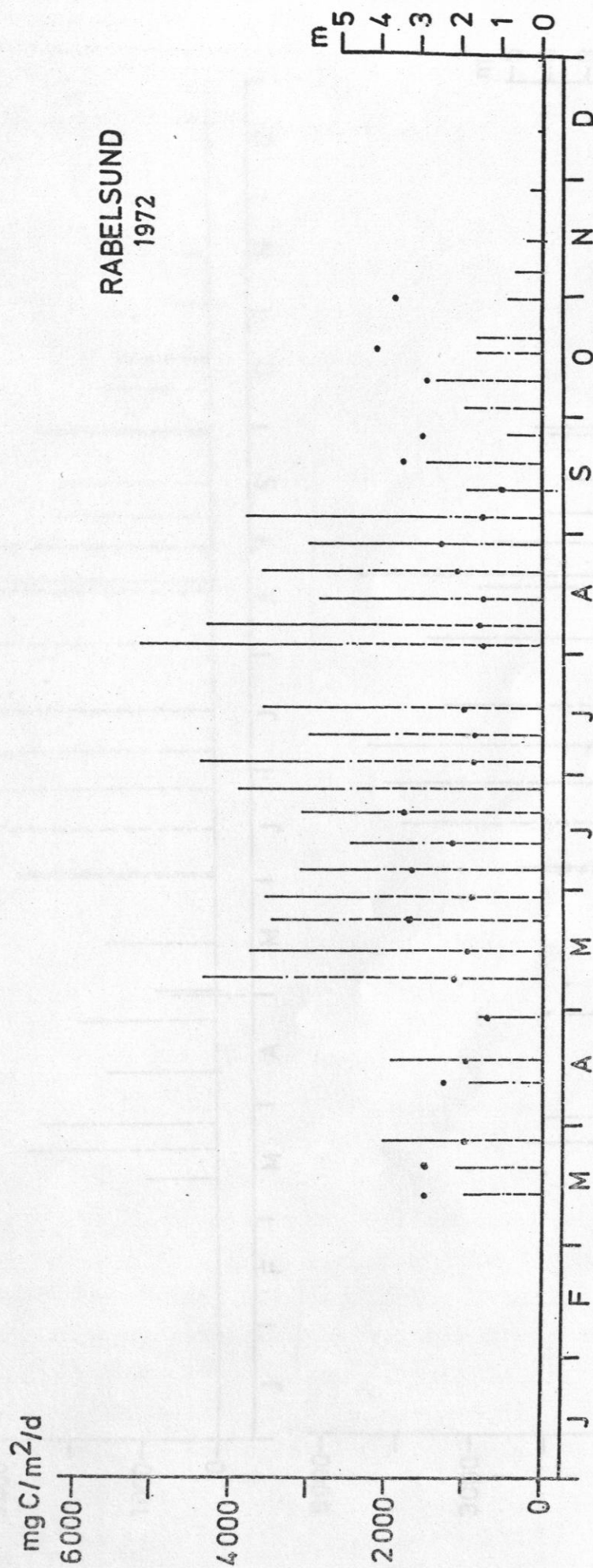


Abb. 27: Primärproduktion / Wassersäule (ganze Säule = brutto, gestr. Abschnitt = netto / 24 Std., Punkte = Kompensationstiefe / 24 Stunden)

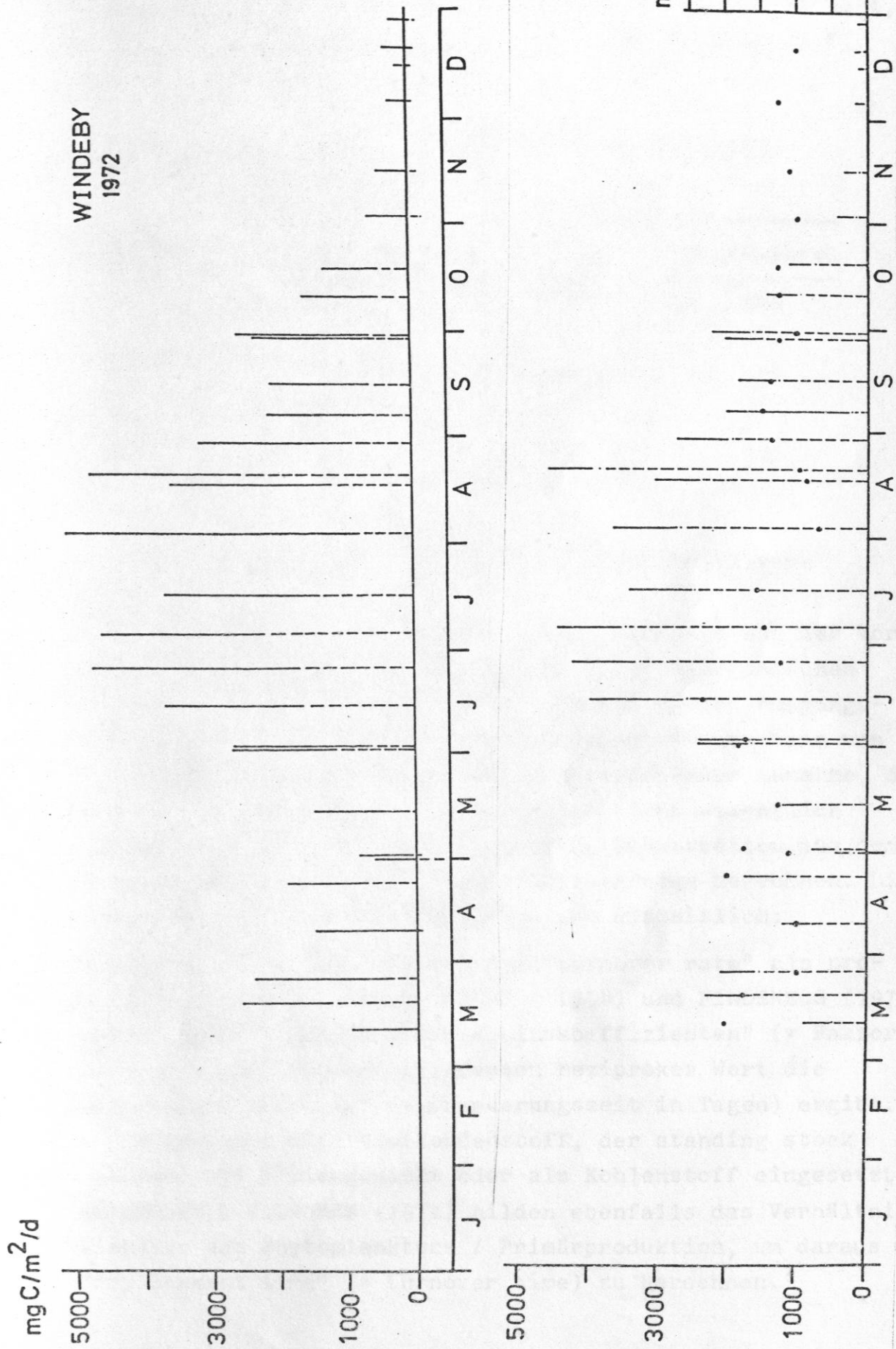


Abb. 28: Primärproduktion / Wassersäule (oben), Primärproduktion / Kompensationstiefe (unten)  
 (ganze Säule: brutto, gestrich.: netto/ 24 Std.; Punkte: Kompensationstiefe / 24 Std.)

Bezogen auf eine Wassersäule von 3 m in der Schlei, 8 m im Windebyer Noor, ergab sich als Nettogewinn bei FA 32 %, bei WE 42 %, bei SI 46 %, bei RA 55 % und im Noor 27 %.

Tab. 10: Nettoproduktion in der Wassersäule (1972)  
mg C/m<sup>2</sup>/24 Std.

| Stat. | Jahressumme | Monatsmittel | Tagesmittel |
|-------|-------------|--------------|-------------|
| FA    | 278 000     | 23 200       | 760         |
| WE    | 360 000     | 30 000       | 990         |
| SI    | 359 000     | 29 900       | 980         |
| RA    | 339 000     | 28 300       | 930         |
| WI    | 185 000     | 15 400       | 510         |

#### 4.4. Erneuerungszeiten (Turnover) des Phytoplanktons

Unter Turnover (Umsatz) ist in diesem Zusammenhang der Vorgang des Aufbaus organischer Substanz aus anorganischen Komponenten und des nachfolgenden Abbaus zu den Ausgangsverbindungen zu verstehen. Mit markierten Atomen kann man ihn direkt verfolgen. Unter der vereinfachenden Annahme, daß sich die Biomasse während eines Tages nicht wesentlich verändert, lassen sich aber ungefähre Umsatzzeiten aus dem standing stock und dessen Assimilationsraten berechnen. Die diesbezügliche Terminologie ist nicht einheitlich:

CUSHING et al. (1958) definieren "turnover rate" als production / standing stock. RODHE (1958) und FINDENECC (1971) nennen diese Größe den "Aktivitätskoeffizienten" (= Faktor der täglichen Erneuerung), dessen reziproker Wert die "Umsatzzeit in Tagen" (= Erneuerungszeit in Tagen) ergibt. Die Produktion wird als Kohlenstoff, der standing stock entweder als Frischgewicht oder als Kohlenstoff eingesetzt. SCHINDLER & HOLMGREN (1971) bilden ebenfalls das Verhältnis: Biomasse des Phytoplanktons / Primärproduktion, um daraus die "replacement time" (= turnover time) zu berechnen.



Von einem anderen Ansatz ging OHLE (1958) aus. Er berechnete, bei Annahme einer über 24 Stunden konstant bleibenden Respirationsrate in der Planktongemeinschaft, die "Turnover-Frist" bis zur vollständigen Mineralisation der jeweiligen Biomasse (= Planktonzyklus in Tagen), z. B. 8 Tage im Plöner See.

Die Erneuerungszeiten des Phytoplanktons wurden hier auf die Nettoproduktion (24 Std.) bezogen: mg C Phytoplanktonbiomasse / mg C Primärproduktion. Die Biomasse wurde über den Chlorophyll-a-Gehalt des Wassers geschätzt (Faktor 40: vgl. STRICKLAND, 1960).

In der Schicht maximaler Photosynthese erneuerte sich demnach die Algenmasse von März bis Oktober bei

|    |    |     |             |       |
|----|----|-----|-------------|-------|
| FA | in | 1,7 | (0,8 - 3,2) | Tagen |
| WE | "  | 1,8 | (0,8 - 3,1) | "     |
| SI | "  | 1,4 | (0,7 - 3,5) | "     |
| RA | "  | 1,3 | (0,6 - 3,3) | "     |
| WI | "  | 1,5 | (0,6 - 3,2) | " .   |

Bezogen auf die euphotische Schicht (Kompensationstiefe) ergaben sich für

|    |     |             |      |
|----|-----|-------------|------|
| FA | 3,2 | (1,4 - 6,9) | Tage |
| WE | 3,1 | (1,4 - 5,4) | "    |
| SI | 2,8 | (0,9 - 7,9) | "    |
| RA | 1,5 | (0,9 - 3,9) | "    |
| WI | 3,4 | (0,9 - 8,8) | " .  |

Bezogen auf die Wassersäule sind die Schwankungen naturgemäß sehr groß, die Angaben daher nur bezüglich der Größenordnung von Bedeutung:

|   |    |    |           |
|---|----|----|-----------|
| + | FA | 15 | (5 - 30)  |
|   | WE |    |           |
|   | SI | 8  | (3 - 19)  |
|   | RA | 3  | (1,5 - 9) |
|   | WI |    | (7 - 30)  |

Wenn Turnover als Biomasse / Produktion verstanden wird, wirken sich eine Überschätzung des Chlorophyllgehalts und

das Unterschätzen der Nettoproduktion verstärkt in Richtung zu hoher Umsatzzeiten aus. Am realistischsten sind vermutlich die Werte von 8 - 10 Tagen (pro Wassersäule) zu Beginn der Maientfaltung und Anfang Juli, als das Phytoplankton sich stark vermehrte und daher Totchlorophyll bzw. Phäophytin weniger in Rechnung zu stellen wären (Abb. 29).

Die (analoge) Kalkulation nach OHLE bestätigt die Größenordnung: Nimmt man an, daß täglich etwa 55 % des neufixierten Kohlenstoffs respiriert werden, so ist nach 10 Tagen nur noch weniger als 1 % davon vorhanden.

Aus den Chlorophyll- und Pmax-Daten von KREY & SARMA (1970 a) lassen sich für die Kieler Bucht Turnoverzeiten für jeweils einen typischen Tag im Januar, März, August und Oktober des Jahres 1968 berechnen: 9,0 ; 3,5 ; 1,3 ; 2,2 Tage.

Verwertet man analog die Meßergebnisse einwöchiger Ausfahrten in holländische Küstengewässer von GIESKES (1972), ergeben sich Erneuerungszeiten von 3 Tagen im Frühling und 16 Tagen im Sommer.

Nach Berechnungen des Stickstoffkreislaufs beträgt das Turnover (in der euphotischen Zone von Mai bis September) in der Flensburger Innenförde etwa 10 - 20 Tage, in der Außenförde 1 - 2 Monate, aber im weitgehend abgeschlossenen, extrem fruchtbaren Nybøl Noor nur 2 - 5 Tage (Gemeinsames Komitee i. Vorb.).

AHLGREN (1970) gibt für einen hypertrophen, von Cyanophyceen beherrschten See Sommerwerte von 0,8 - 4 Tagen pro euphotische Schicht an. In dem mäßig eutrophen See Erken erneuerte sich das Phytoplankton der trophogenen Schicht in 2 - 10 Tagen während der hellen Monate, im November in 25 - 50 Tagen, in der produktivsten Schicht in 0,8 - 10 Tagen (RODHE, 1958). Für das Phytoplankton oligotropher Seen berechnete FINDENEKG (1971) 0,15 - 5 Tage während der Sommermonate (bezogen auf Pmax), TILZER (1972) für einen Hochgebirgssee 3 - 500 Tage ( /Pmax, Jahresbereich).

Das Phytoplankton der Schlei und des Windebyer Noors unterscheidet sich also bezüglich der Größenordnung des Turnover nicht grundsätzlich von dem anderer Gewässer der gemäßigten

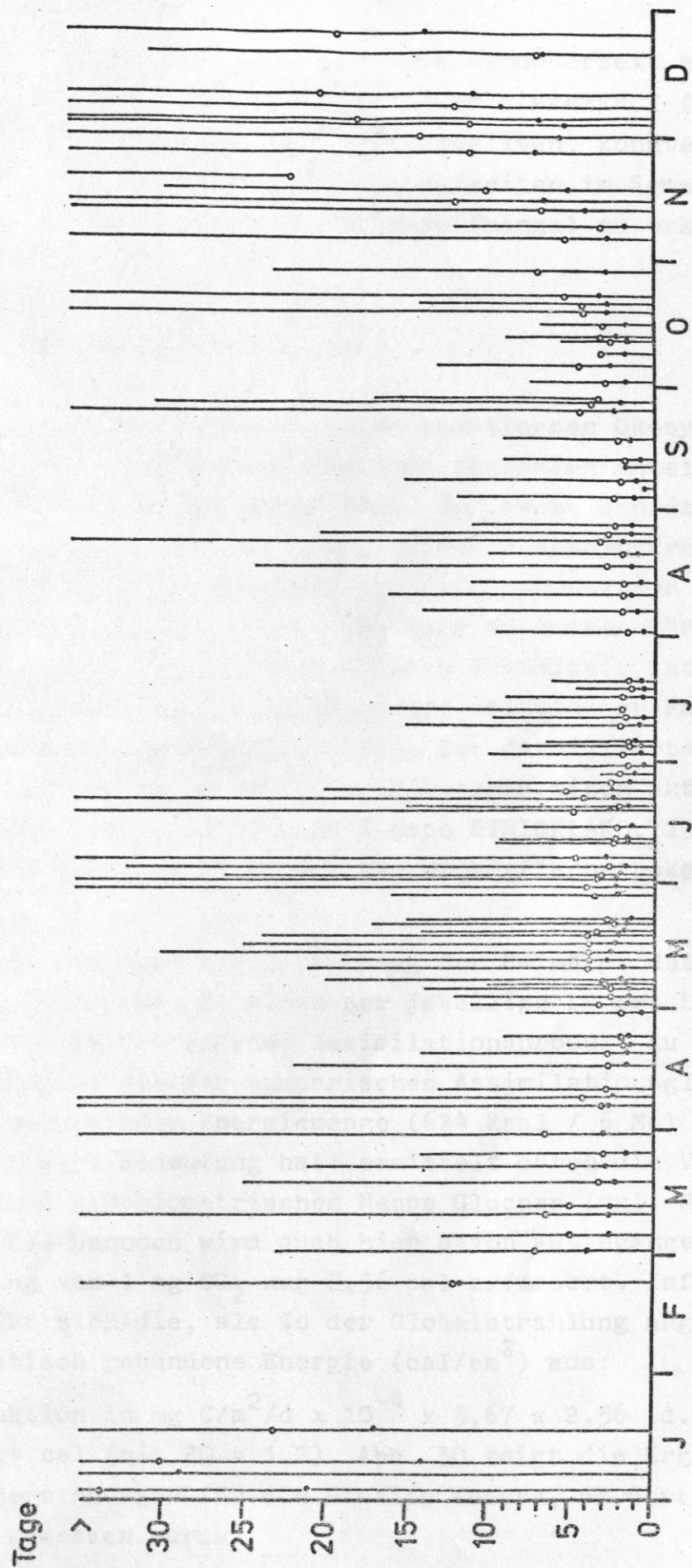


Abb. 29: Erneuerungszeiten der Phytoplanktonbiomasse (Stat. Weseby, 1972): bezogen auf die Zone maximaler Photosynthese (Punkte), auf die euphotische Schicht (Kreise), auf die Wassersäule (ganze Säule)



Breiten: Ein umgekehrtes Verhältnis von Turnoverzeit zum standing stock, wie es z. B. VOLLENWEIDER & NAUWERCK (1961), FINDENEGG (1971) und LANDE (1973) feststellten, konnte nicht bestätigt werden. Längere Turnoverzeiten im Sommer sind vermutlich überwiegend mit Nährstoffmangel zu erklären.

#### 4.5. Ausnutzung der Sonnenenergie

Für Energieflußberechnungen in einem aquatischen Ökosystem werden Daten über den photosynthetisch fixierten Anteil der zugestrahlten Sonnenenergie benötigt. Der erste Schritt besteht darin, die Globalstrahlung (direkte Sonnenstrahlung + Himmelsstrahlung) in Beziehung zur Primärproduktion unter der Flächeneinheit eines Gewässers zu setzen ("Produktionsgröße" von KALLE, 1948). Dieses Verhältnis ist Ausdruck der Summe aller biotischen und abiotischen Faktoren auf die Photosynthese (TILZER, 1972). Zur detaillierten Darstellung müßten der Anteil der photosynthetisch aktiven Strahlung (380 - 760 nm: 35 - 80 % nach STRICKLAND, 1965 b) und der Reflexionsverlust an der Wasseroberfläche bekannt sein.

Problematisch ist auch die Umrechnung der Primärproduktionsraten in Energiewerte. Es wären der jeweilige PQ pro Licht-horizont bzw. das betreffende Assimilationsprodukt zu berücksichtigen, da die der summarischen Assimilationsgleichung entsprechende minimale Energiemenge ( $674 \text{ kcal} / 6 \text{ Mol CO}_2$ ) mehr theoretische Bedeutung hat: ermittelt durch die Verbrennung einer stöchiometrischen Menge Glucose (vgl. MÜNTZ, 1966; S. 226). Dennoch wird auch hier davon ausgegangen, daß die Fixierung von  $1 \text{ mg CO}_2$  nur 2,56 cal erfordert. Infolgedessen ergibt sich die, als % der Globalstrahlung angegebene, photosynthetisch gebundene Energie ( $\text{cal/cm}^2$ ) aus:

Bruttoproduktion in  $\text{mg C/m}^2/\text{d} \times 10^{-4} \times 3,67 \times 2,56$ , d. h.  
 $1 \text{ mg C} \hat{=} 9,4 \text{ cal}$  (mit  $\text{PQ} = 1,2$ ). Abb. 30 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für die Station Weseby, da dort am häufigsten gemessen wurde.



Abb. 30: Ausnutzung der Sonnenenergie durch das Phytoplankton (Stat. Weseby, 1972).  
 Oben: Globalstrahlung, Mitte: Bruttoprämarproduktion, unten: photosynthetisch fixierter Anteil der Globalstrahlung

Tab. 11: Mittelwerte der Strahlungsausnutzung durch die Assimilation des Phytoplanktons  
(% der Globalstrahlung, bezogen auf die Bruttoprimärproduktion / Wassersäule)

[illegible]

<sup>+</sup>) ohne Werte für die Zeit der Eisbedeckung. Produktionswerte für Januar und Februar geschätzt (außer WE)



Ein ausgeprägter Jahresgang der Strahlungseffektivität war weder in der Schlei noch im Windebyer Noor erkennbar. Dies bestätigt das Licht als einen der primär limitierenden Faktoren. Die von BAUER (1957)<sup>+</sup>, RODHE (1958) und VOLLENWEIDER (1956) beobachteten sommerlichen Minima der Energieausnutzung dürften durch Nährstoffmangel infolge der Wasserschichtung bedingt sein.

Die höchsten Ausnutzungsraten findet man an Tagen mit relativ geringer Einstrahlung und im Winter. Der Grund liegt vor allem darin, daß mit der Bewölkungsdichte, durch bevorzugte Absorption der langwelligen Wärmestrahlung, der Anteil photosynthetisch verwertbarer Energie zunimmt. Während der Wintermonate ermöglicht zudem der geringere standing stock ein tieferes Eindringen der meist suboptimalen Strahlung.

Integriert man Bruttoproduktion und Globalstrahlung (s. Anhang) des Jahres oder monatsweise, so ergeben sich die in Tab. 11 zusammengefaßten Ausbeuten. Da die Strahlungssumme für die Jahre 1971 und 1972 fast gleich war, 82 und 80 Kcal/cm<sup>2</sup>, überrascht die Übereinstimmung der Ausnutzungsraten nicht.

Der Mittelwert der Ausnutzung beträgt für das Weltmeer nach STEEMANN NIELSEN & JENSEN (1957) 0,4 ‰, für Seen nennt VOLLENWEIDER (1956) 0,7 - 10 ‰.

<sup>+</sup>) Da Einstrahlungswerte über 700 cal/cm<sup>2</sup>/d in Deutschland nicht zu erwarten sind (vgl. SCHULZE, 1970), BAUER aber 1222 cal für einen Augusttag und 260 cal für einen Tag im Dezember angibt, müßten die von ihr ermittelten Ausnutzungsraten (1 - 3 ‰) entsprechend erweitert werden.

## 5. Beziehungen der Primärproduktion zu einigen Parametern

### 5.1. Temperatur

Weder für die Schlei noch für das Windebyer Noor ergab sich eine überzeugende Korrelation der Temperatur (Abb. 2) zum Jahresgang der Primärproduktion. Dies gilt sowohl für die P<sub>max</sub>-Werte (Abb. 18), die angenähert die Produktion bei Lichtsättigung (d. h. hier "unabhängig" vom Licht) darstellen, als auch für die über die Wassersäule integrierte Produktion (Abb. 20), wie für die Produktion pro Chlorophylleinheit (Abb. 19). Während die Temperaturen in der Schlei sich zu den Zeiten der Maxima um den Faktor 2 (5 - 10 - 20 °C) unterschieden, erreichte das Produktionsniveau jeweils etwa die gleiche Höhe (vgl. auch HEPHER & LANGER, 1970).

Der Einfluß der Temperatur auf die Respiration (Abb. 20) wird überlagert von der Abhängigkeit der Abbauvorgänge von dem Gehalt des Wassers an produzierter organischer Substanz, die ihrerseits vor allem von der Tageslänge und der Einstrahlung abhängt. Generell folgten daher die Respirationen den Produktionsraten, wobei der prozentuale Anteil (bezogen auf P<sub>max</sub>) im Mittel ziemlich beständig blieb.

Eine indirekte Wirkung höherer Temperaturen besteht darin, daß Diffusionsvorgänge, mikrobielle Umsetzungen und Autolyse etc. allgemein beschleunigt sind. Die beachtlichen Produktionsraten im Frühjahr sind trotz Vorherrschens kleiner Formen mit großer Oberfläche nur möglich, weil während der Wintermonate Nährstoffe akkumuliert werden, die im Sommer allein durch Remineralisationsvorgänge zur Verfügung gestellt werden.

Nach MARGALEF (1958) gehört die Beziehung der Temperatur zur Nährsalzkonzentration zu den die Phytoplanktonsukzession steuernden Faktoren, über die hier nichts ausgesagt werden kann.

### 5.2. Nährstoffe und Licht

Eigene Nährstoffbestimmungen liegen nicht vor. Geht man aber



davon aus, daß sich der Produktionsablauf nicht wesentlich von Jahr zu Jahr unterscheidet, da in einem Gewässer mit bestimmten Nährstoffvorrat die Primärproduktionsrate recht stabil ist, so kann man für die Schlei die Ergebnisse von RHEINHEIMER (1970) und NELLEN (1970 c) bezüglich der Stickstoffkomponenten und des Phosphors heranziehen. Danach ist Phosphor offensichtlich nicht begrenzend, da zu Zeiten hoher Algenproduktion auch hohe Phosphorwerte registriert wurden. Jedoch enthielt das Wasser dann nur geringe Mengen von Nitrat- und Nitrit-Stickstoff, während Ammoniak deutlich vorhanden war. Berücksichtigt man, daß Phosphor und Stickstoff vermutlich in physiologischen Raten aufgenommen werden (STEELE & BAIRD, 1962), und daß die Proben aus dem 2-m-Horizont stammten, so wäre es möglich, daß die Primärproduktion durch Stickstoff limitiert wurde. Dafür spricht auch ein unphysiologisches N : P - Verhältnis (vgl. GARGAS, 1972 b), wenn man die Stickstoffkomponenten zusammen betrachtet. Nach SEN GUPTA (1972) enthält Ostseephytoplankton C, N und P im gewichtsmäßigen Verhältnis von 39 : 8 : 1. STRICKLAND (1960) gibt für Cyanophyceen 38 : 5,6 : 1 an. In häuslichen Abwässern sind Stickstoff und Phosphor im Verhältnis von etwa 3 : 1 enthalten (VANDKVALITETSINSTITUTTET, 1971). Setzt man die für die gesamte Schlei ermittelten Durchschnittswerte der Stickstoffkomponenten in Beziehung zum Phosphatgehalt des Wassers, so ergibt sich folgender Jahresgang des N : P Verhältnisses:

Tab. 12: N : P - Verhältnis (anorg.) des Schleiwassers  
im Jahre 1967. Berechnet aus Daten von RHEINHEIMER  
(1970)

| ug/l               | J    | F    | M    | A    | M  | J   | J   | A   | S   | O   | N   | D   |
|--------------------|------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| NH <sub>3</sub> -N | 147  | 148  | 142  | 78   | 50 | 87  | 182 | 70  | 49  | 84  | 88  | 172 |
| NO <sub>2</sub> -N | 17   | 17   | 25   | 20   | 0  | 0   | 4   | 0   | 0   | 14  | 18  | 13  |
| NO <sub>3</sub> -N | 1359 | 1513 | 1485 | 1064 | 0  | 0   | 28  | 21  | 0   | 168 | 462 | 659 |
| =                  | 1523 | 1678 | 1652 | 1162 | 50 | 87  | 214 | 91  | 49  | 266 | 568 | 844 |
| PO <sub>4</sub> -P | 71   | 105  | 46   | 22   | 50 | 146 | 180 | 381 | 319 | 195 | 71  | 59  |
| N : P              | 21   | 16   | 35   | 53   | 1  | 0,6 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 1,3 | 8   | 14  |



Wie man sieht, wird die Hauptvegetationsphase (Mai - September) durch derart niedrige Quotienten und geringe Absolutkonzentrationen charakterisiert, daß eine N-Limitierung in den obersten Wasserschichten wahrscheinlich ist. Vielleicht hängt damit das schubweise Auftreten trichaler Blaualgen in der Schlei zusammen, die freien Stickstoff ( $N_2$ ) zu binden vermögen. GRANHALL & LUNDGREN (1971) bestimmten für den See Erken eine jährliche N-Anreicherung durch *Aphanizomenon flos aquae* zu 40 % der sonstigen Zufuhren.

Im Ozean ist N als stärker limitierend als P (s. z. B. STRICKLAND, 1965 b). Bezüglich der Ostsee besteht keine Übereinstimmung: FONSELIUS (1969) hält P für primär begrenzend, da er in den eingeschwemmten Humusstoffen einen großen Stickstoffvorrat vermutet. Dagegen nimmt SEN GUPTA (1972) an, daß die Huminstoffe als sehr beständige Verbindungen in dieser Beziehung unberücksichtigt bleiben können.

In diesem Zusammenhang seien die Arbeiten von AHLGREN (1972) und MATHIESEN (1971) erwähnt. Die Autoren untersuchten stark eutrophierte Seen nach vollständiger Ableitung der Abwässer. 2 - 3 Jahre danach und je nach Verweilzeit des Wassers (einige Monate bis ein Jahr) war der Stickstoffgehalt auf die Hälfte, der Phosphorgehalt um ein Viertel zurückgegangen.  $P_{max}$  erreichte z. B. statt 11700 mg C/d nur noch 4300 mg, die Flächenproduktion aber noch 300 mg C/m<sup>2</sup> statt 420 mg. Entsprechend hatte auch der Chlorophyllgehalt und die Biomasse (vor allem die der Blaualgen) abgenommen. Die Autoren nehmen an, daß nach dieser ersten heftigen Reaktion der weitere Gesundungsprozeß sehr viel langsamer vonstatten gehen werde.

Wenn auch für das Windebyer Noor keine Nährstoffbestimmungen vorliegen, so ist doch anzunehmen, daß die geringere Produktivität primär eine Folge geringerer Nährstoffbelastung ist. Die durch Fraktionierung des Planktons in Erscheinung getretene geringere Bedeutung des Nanoplanktons für die Primärproduktion war besonders deutlich im Mai. Zu dieser Zeit findet man zwar den höchsten Produktionsanteil (95 %), aber eine nur geringe Flächenproduktion (Abb. 28), trotz beachtlicher Sestonmengen nur wenig Chlorophyll und gesunkene pH-

Werte. Möglicherweise äußert sich hierin die Auswirkung starken Zehrungsdrucks durch das Zooplankton, der sich um so deutlicher auswirkt, je geringer das Übergewicht der Phytoplanktonbiomasse ist (vgl. STEEMANN NIELSEN, 1964; GLIWICZ, 1972).

Ausgehend vom Befund von STEEMANN NIELSEN & JENSEN (1957), daß sich die Primärproduktion unter der Flächeneinheit umgekehrt proportional zur Tiefe der euphotischen Schicht verhält, benutzte VOLLENWEIDER (1960) die Beziehung der mittleren Produktionstiefe ( $P_m^2/P_{max}$ ) zur Eutrophierungsstufe für eine Klassifizierung der Gewässer.

Unter diesem Gesichtspunkt bringt AHLGREN (1970) eine Zusammenstellung von Produktionsparametern aus 27 Binnengewässern, worin besonders auf ein hypothetisches Diagramm eingegangen wird, in dem  $P_m^2/P_{max}$  (= mP) gegen die Flächenproduktion ( $P_m^2/d$ ) aufgetragen ist. Es zeigt sich, daß die Flächenproduktion bei einem mP-Wert von etwa 0,5 das Maximum erreicht, bei noch geringeren Quotienten nimmt sie wieder ab, wie z. B. im Lake Mariut, dem See Bagsvaerd (Dänemark) und in einem Fischteich in Israel. Als Erklärung werden Überdüngungseffekte angenommen: Die hohen Zelldichten an der Oberfläche schirmen das Licht von dem größten Teil der durchmischten Wassersäule ab. Diese Situation war kennzeichnend für die aufgeführten 1,5 - 3,5 m tiefen Gewässer, wo bei Sichttiefen von 12 - 30 cm  $P_m^2/P_{max}$ -Verhältnisse von 0,10 - 0,40 angetroffen wurden, während die Primärproduktion unter der Fläche  $4,5 \text{ g C/m}^2/d$  nicht überstieg,  $P_{max}$  aber  $8 - 14 \text{ g C/m}^3/d$  betragen konnte. AHLGREN kommt zu dem Schluß, daß in Seen der gemäßigten Breiten in der Hauptvegetationszeit im Mittel  $2 - 4 \text{ g C/m}^2/d$  (netto) produziert werden können, in tropischen aber doppelt soviel, bedingt durch bessere Durchlichtung, höhere Durchschnittstemperaturen und schnellere Remineralisation. Der theoretische Grenzwert liegt nach STEELE & MENZEL (1961) bei etwa  $12 \text{ g C/m}^2/d$  (netto).

In der Schlei erreichte  $P_m^2$  bei SI ähnlich hohe Beträge wie bei FA, da das Licht von außen nach innen zunehmend limitierend wirkt. In der Großen und Kleinen Breite verringerte sich  $P_m^2/P_{max}$ , bei Sichttiefen von 35 - 50 cm, bisweilen auf weniger als 0,5.



Die Nettoproduktion überstieg selten  $3 \text{ g C/m}^2/\text{d}$ . Diese Werte deuten darauf hin, daß die Nährstoffzufuhr in den inneren Teil der Schlei schon jetzt so groß ist, daß eine weitere Erhöhung keine wesentliche Steigerung der Produktion unter der Fläche erwarten läßt, wohl aber pro Volumeneinheit Oberflächenwasser, wie in Anbetracht der  $1,4 \text{ g C/m}^3/\text{d}$  des Bagsvaerd Sø (s. AHLGREN) zu vermuten ist, der ein Vielfaches an Stickstoff und Phosphor enthält.

### 5.3. Phytoplankton

Versucht man, Primärproduktion und Phytoplanktonzusammensetzung in Beziehung zu setzen, so ergibt sich etwa folgender Ablauf in der Schlei (1972):

Unter dem Eis herrschten mittelgroße Nanoplankter aus der Gruppe der Dinophyceen und Cryptophyceen vor; die Produktion war wegen Lichtmangels gering. Nach Eisaufgang entwickelten sich ab März im äußeren Schleiabschnitt besonders die Diatomeen, während im inneren kleine und kleinste Chlorophyceen überwogen. Entsprechend wurde das Märzmaximum der Primärproduktion bei RA vorwiegend von Diatomeen, bei SI von einer Mischpopulation aus Diatomeen und Chlorophyceen und bei WE und FA von Chlorophyceen getragen. Das zweite Maximum von Ende April bis Anfang Juni wurde vermutlich in der gesamten Schlei nahezu ausschließlich von sehr kleinen Chlorophyceen ( $1 - 4 \mu\text{m } \varnothing$ ) gebildet. Die Assimilationsraten erreichten trotz relativ niedriger Temperaturen höchste Werte. Nach dem Junitief, währenddessen auch die Zellzahlen in der  $1 - 4 \mu\text{m}$ -Fraktion, die nun hauptsächlich aus Cyanophyceen bestand, vorübergehend stark abgenommen hatten, dominierten schleiaufwärts koloniebildende coccale Blaualgen (bis in den Oktober). Deren Ge-  
deihzentrum war vermutlich die Kleine Breite. Etwa ab Arnis entwickelten sich kleine Chrysophyten zu den vorherrschenden Planktern. Nach dem dritten Produktionsmaximum im Juli-August nahm die Assimilationsaktivität mit der Einstrahlung kontinuierlich ab. Nanoplankter aus der Gruppe der Grünalgen gewannen ab Oktober, zumal im inneren Abschnitt, wieder an Be-



deutung. In der Außenschlei entfalteten sich auch größere Diatomeen und bei RA schubweise Ceratien.

#### 5.4. Indikatoren der Produktivität

Da in der Großen Breite häufiger gemessen wurde, schien es sinnvoll, mit Hilfe der Regressionsrechnung zu prüfen, ob zwischen Produktionsgrößen und leicht bestimmbaren Parametern statistische Zusammenhänge bestehen, die, Realzusammenhang vorausgesetzt, für indirekte Schätzverfahren verwertet werden könnten. Zum Vergleich wurden die Berechnungen auch mit dem geringeren Material des Windebyer Noors ausgeführt.

Die Beziehungen der Sichttiefe zu anderen Parametern konnten nur nach logarithmischer Transformierung der Werte durch eine Ausgleichsgerade dargestellt werden, da sie durch gekrümmte Punktwolken repräsentiert werden. Für einzelne Abschnitte der letzteren genügen bisweilen lineare Koordinaten (vgl. SCHINKOWSKI, 1969). Die Tab. 13 faßt die Ergebnisse zusammen. Es werden hier nur drei Beziehungen erwähnt.

Abb. 32, rechts. GILLBRICHT (1952) "fand" beachtliche Mengen Totchlorophyll, indem er Phytoplanktonvolumen gegen Chlorophyll auftrug und prüfte, ob die Regressionsgerade durch den Nullpunkt der Achsen lief oder die Chlorophyll-Achse schnitt. Um die mit dem rechnerischen Übergang von den herkömmlichen Planktonzählungen zu den entsprechenden Volumina verknüpften Ungenauigkeiten zu vermindern, empfiehlt GILLBRICHT (1969), Chlorophyll und Primärproduktion zu vergleichen, da dann das Problem der kleinen Formen (bei der mikroskopischen Erfassung) bewältigt sei. Obgleich dies eigentlich standardisierte Inkubationsverfahren voraussetzt, kann behauptet werden, daß in der Schlei und dem Windebyer Noor der Anteil des aktiven Chlorophylls überwiegt. Die Streuung der Punkte ist z. T. wahrscheinlich mit den unterschiedlichen Insolationsverhältnissen zu erklären. Der Anteil gefärbter Abbauprodukte von Chlorophyll a (Phaeopigmente, gemessen nach Ansäuern des Aceton-Extrakts) wurde in der Schlei zwischen dem 27.5. und

1.6.72 zu 22 - 44 % bestimmt, woraus aber nicht unmittelbar auf den in-situ-Gehalt geschlossen werden kann, da mit Artefakten durch Lagerung (Gefrieren/Auftauen) und Aufarbeitung zu rechnen ist (DALEY & BROWN, 1973). ANDERSON (1964) und STEELE & BAIRD (1961) fanden vor der Ostküste Nordamerikas bzw. über dem Fladengrund und in der Aberdeen Bay keine auffallenden Mengen Totchlorophyll, desgleichen GIESKES (1972) in der südlichen Nordsee. Die von ANDERSON & BANSE (1965) für Material aus dem Mündungsgebiet des Columbia River ermittelten Korrelationskoeffizienten (0,59 - 0,93) für  $^{14}\text{C}$ -Aufnahme/Chlorophyll a erhöhten sich nicht wesentlich durch Einbeziehung von Chlorophyll b und c.

Abb. 32, links. In beiden Gewässern ist eine Bestimmung des ungefähren Produktionsniveaus über die Sichttiefe möglich.

Für die Schlei ergab  $r = 0,92$  ( $P_{\max} = y$ , Sichttiefe =  $x$ ).

Der Standardfehler der Schätzung von  $y$  über  $x$  (vgl. SACHS, 1971; S. 321) beträgt 0,1874. Entlogarithmiert ergibt sich ein Vertrauensfaktor von 1,54, d.h. ein über die Sichttiefe geschätzter Betrag für  $P_{\max}$  liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 70 % (1  $\sigma$ ) zwischen 65 und 154 % von dem in situ gemessenen Wert. Demgegenüber beträgt die natürliche Variation von  $P_{\max}$  in der Schlei etwa 10 - 700.

ALEEM & SAMAN (1969 b) und MITCHELL (1971) ermittelten sehr ähnliche Werte für die  $P_{\max}$ -Sichttiefen-Beziehung.

Ab. 33, links. Die enge Korrelation von  $P_{\max}$  zu  $P_m^2$  verdeutlicht, wie in beiden Gewässern bei stark zunehmender Assimilation an der Oberfläche die Produktion in der Wassersäule einem Maximalwert entgegengeht, da der Phytoplanktonpopulation wegen Lichtmangels kein Wachstum mehr ermöglicht wird.

Tab. 13: Beziehungen zwischen produktionsbiologischen Parametern (WE = Stat. Weseby, WI = Stat. Windeby<sup>+</sup>)

| y                            | x                  | Regressionsgerade |                                | r     | n   |
|------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|-------|-----|
| Chlor.a                      | Pmax/h             | WE                | y= 23,1 + 0,495 x              | 0,80  | 101 |
|                              |                    | WI                | y= 12,1 + 0,288 x              | 0,84  | 27  |
| Chlor.a                      | Rm <sup>3</sup> /h |                   | y= 8,5 + 6,237 x               | 0,74  | 89  |
|                              |                    |                   | y= 9,8 + 3,411 x               | 0,65  | 27  |
| Seston                       | Chlor.             |                   | log y=(-0,0141) + 0,7024 log x | 0,89  | 54  |
|                              |                    |                   | log y= 0,3167 + 0,4492 log x   | 0,82  | 23  |
| Secchi                       | Chlor.             |                   | log y= 2,7853 - 0,4527 log x   | -0,89 | 91  |
|                              |                    |                   | log y= 2,6917 - 0,3294 log x   | -0,72 | 31  |
| Pmax/h                       | Secchi             |                   | log y= 6,5116 - 2,2983 log x   | -0,92 | 110 |
|                              |                    |                   | log y= 8,2069 - 2,9129 log x   | -0,87 | 30  |
| Pm <sup>2</sup> /h           | Secchi             |                   | log y= 5,5366 - 1,7951 log x   | -0,86 | 86  |
|                              |                    |                   | log y= 6,6067 - 2,0670 log x   | -0,76 | 30  |
| Secchi Pm <sup>2</sup> /24 h |                    |                   | log y= 3,0286 - 0,3487 log x   | -0,87 | 100 |
|                              |                    |                   | log y= 2,8865 - 0,2179 log x   | -0,74 | 30  |
| Secchi                       | Seston             |                   | log y= 2,7728 - 0,6346 log x   | -0,95 | 50  |
|                              |                    |                   | log y= 2,8142 - 0,6115 log x   | -0,73 | 22  |
| Secchi                       | Rm <sup>3</sup> /h |                   | log y= 2,4691 - 0,4683 log x   | -0,85 | 88  |
|                              |                    |                   | log y= 2,4718 - 0,3258 log x   | -0,75 | 30  |
| Seston <sup>++</sup> )       | Pmax/h             |                   | y= 7,9 + 0,091 x               | 0,77  | 49  |
|                              |                    |                   | y= 6,7 + 0,043 x               | 0,79  | 22  |
| Seston                       | Rm <sup>3</sup> /h |                   | y= 2,3 + 1,284 x               | 0,74  | 47  |
|                              |                    |                   | y= 6,4 + 0,487 x               | 0,56  | 20  |
| Pmax/h                       | Pm <sup>2</sup> /h |                   | log y=(-0,4040) + 1,2082 log x | 0,95  | 126 |
|                              |                    |                   | log y=(-0,6019) + 1,1662 log x | 0,94  | 30  |
| Rm <sup>3</sup> /h           | Pmax/h             |                   | y= 7,8 + 0,057 x               | 0,82  | 115 |
|                              |                    |                   | y= 3,7 + 0,049 x               | 0,83  | 30  |

<sup>+</sup>) Jeweils 1. bzw. 2. Zeile

<sup>++</sup>) In den Sestonwerten ist auch das Zooplankton enthalten, das von den Serienflaschen weitgehend ausgeschlossen wurde.

Rm<sup>3</sup> = Respiration pro m<sup>3</sup>; Pm<sup>2</sup> = Bruttoproduktion pro m<sup>2</sup>;

Pmax = Bruttoproduktion im produktivsten Horizont



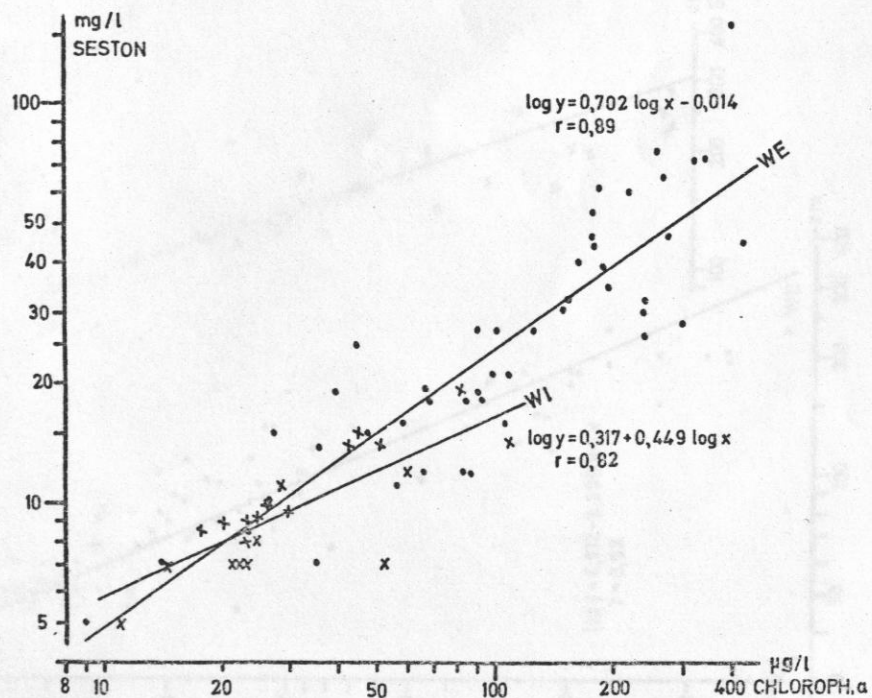
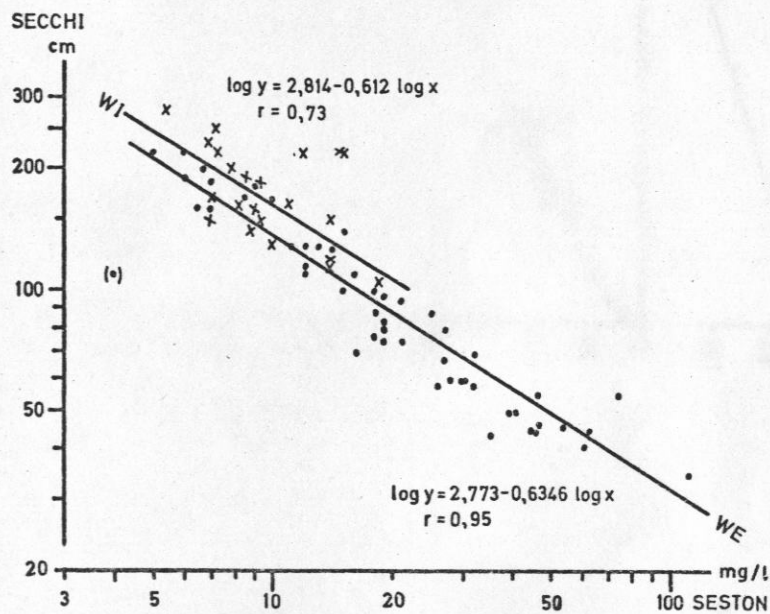
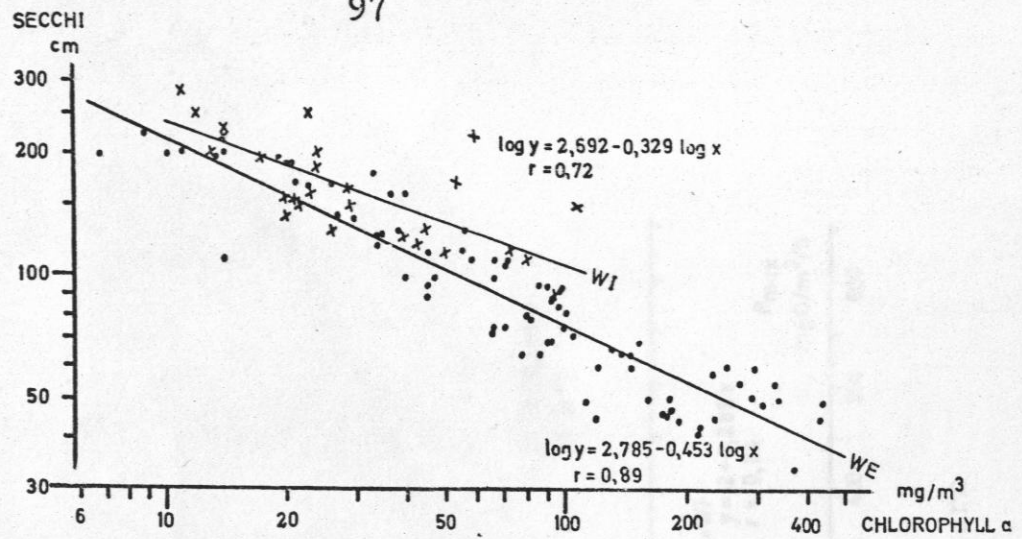


Abb. 31: Beziehungen zwischen produktionsbiologischen Parametern (WI = Stat. Windeby, WE = Stat. Weseby; 1972)

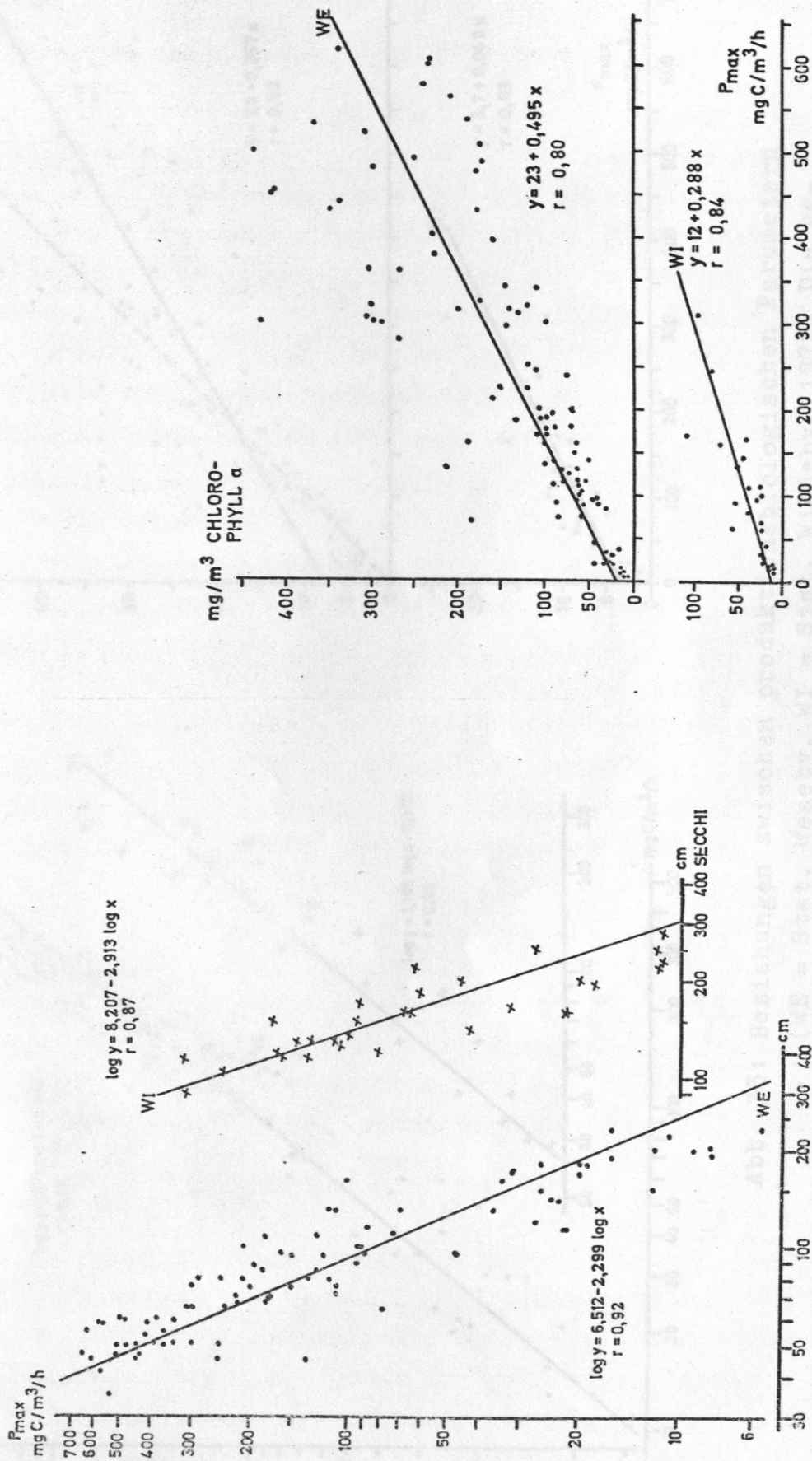


Abb. 32: Beziehungen zwischen produktionsbiologischen Parametern  
(WI = Stat. Windeby, WE = Stat. Weseby; 1972)

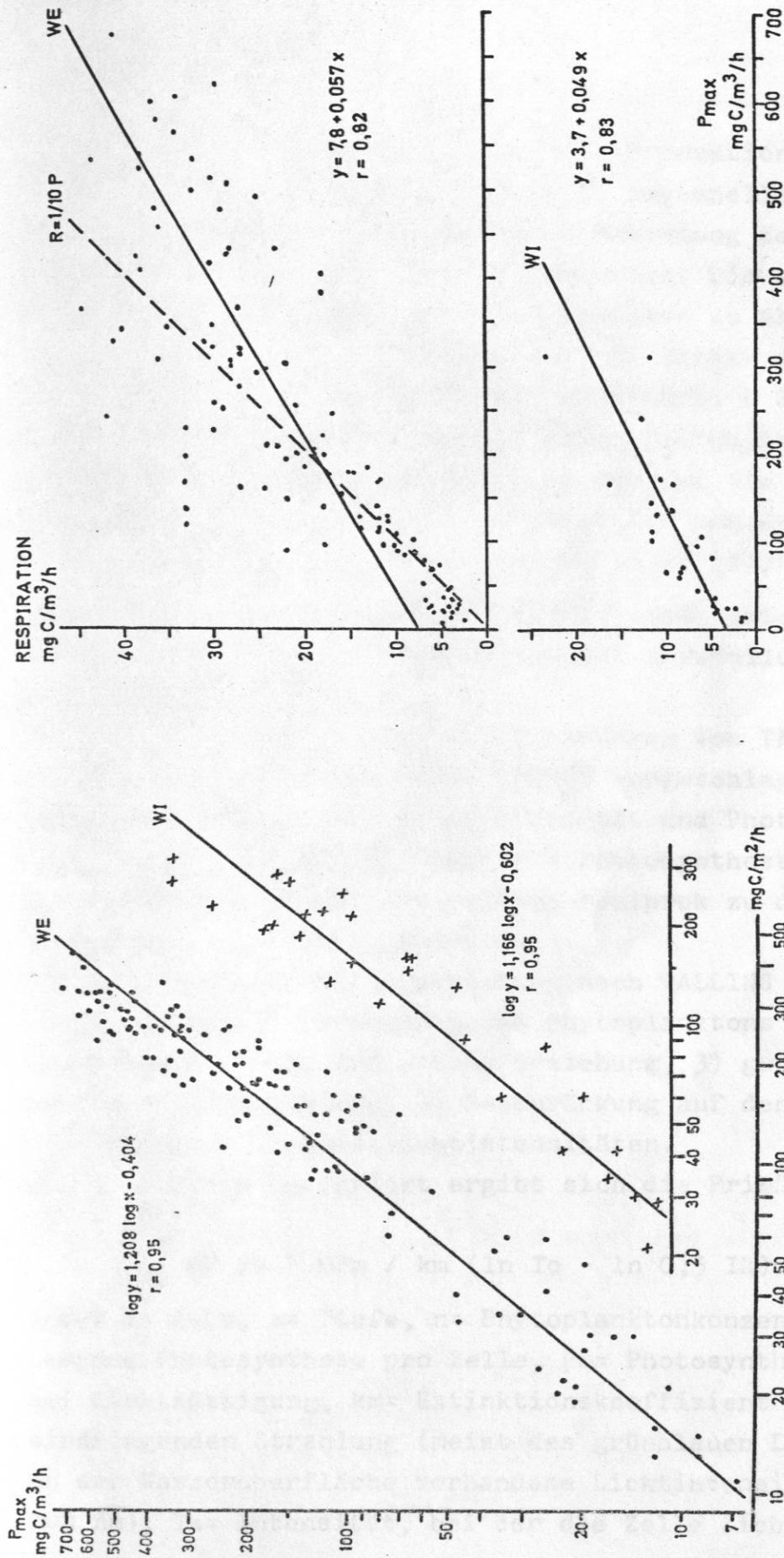


Abb. 33: Beziehungen zwischen produktionsbiologischen Parametern  
(WE = Stat. Weseby, WI = Stat. Windeby, 1972. Die gestrichelte Linie entspricht einem Respirations - Produktions - Verhältnis von 1 : 10.)



## 6. Berechnungen des Produktionsintegrals nach Modellvorstellungen

### 6.1. nach VOLLENWEIDER

Die Ermittlung vollständiger In-Situ-Produktionsprofile ist sehr zeit- und geräteaufwendig. Eine rationellere Ausnutzung der Schiffszeit erreicht man durch Bebrütung der unterwegs geschöpften Algensuspension im Inkubator. Die so bestimmten potentiellen Produktionsraten müssen dann zu aktuellen Werten umgewandelt werden, wenn man sie nicht direkt als Vergleichswerte verwendet (s. z. B. SARMA, 1970; KREY & SARMA, 1970 a). Eine dritte Möglichkeit besteht darin, verhältnismäßig leicht zugängliche Parameter am Ort zu messen und sie mit Modellvorstellungen zu verbinden, um zu einer für manche Zwecke ausreichenden Schätzung der Primärproduktion zu gelangen.

Solche Vorstellungen würdigt PATTEN (1968) unter mehreren Gesichtspunkten in einer vergleichenden Darstellung verschiedenartiger Planktonmodelle.

Die hier interessierenden Formulierungen von TALLING (1957) basieren auf einer von SMITH (1936) vorgeschlagenen Gleichung für das Verhältnis von Lichtintensität und Photosynthese:  $P (P_m^2 - P^2)^{-1/2} = a I$ , wobei  $P$  = Photosynthese mit Maximum  $P_m$ ,  $a$  = Konstante mit Dimensionen reziprok zu denen der Lichtintensität,  $I$  = Lichtintensität.

Die Photosynthese-Tiefe-Beziehung nach TALLING setzt voraus:

- 1) Gleichförmige Verteilung des Phytoplanktons in der photischen Zone, 2) die SMITH'sche Beziehung, 3) geringe Bedeutung der Oberflächenhemmung, 4) Beschränkung auf den Bereich oberhalb gewisser Mindestlichtintensitäten.

Über die Tiefe integriert ergibt sich die Primärproduktion/m<sup>2</sup> zu

$$\int_0^{\infty} nP \, dz = nP_m / km (\ln I_0 - \ln 0,5 I_k) \Delta t,$$

wobei  $t$  = Zeit,  $z$  = Tiefe,  $n$  = Phytoplanktonkonzentration,  $P$  = gemessene Photosynthese pro Zelle,  $P_m$  = Photosynthese pro Zelle bei Lichtsättigung,  $km$  = Extinktionskoeffizient der am tiefsten eindringenden Strahlung (meist des grünblauen Lichts),  $I_0$  = an der Wasseroberfläche vorhandene Lichtintensität (400 - 700 nm),  $I_k$  = Intensität, bei der die Zelle lichtgesättigt ist

( $\hat{=}$  bei der die Tangente an den Anfangsteil der hyperbolischen Photosynthese-Lichtintensitäts-Kurve sich mit dem Sättigungsniveau schneidet. Vgl. Abb. 21, unten.). Der  $I_k$ -Wert stellt ein Maß der (Temperatur-)Licht-Adaption der Algenpopulation zur Zeit der Assimilationsmessung dar. Für die Berechnung der Produktion unter der Flächeneinheit benötigt man also nur Daten von  $P_m$  ( $P_{max}$ ) und von der vertikalen Lichtverteilung. Beispiele für die praktische Anwendbarkeit und für die (graphische) Ermittlung von  $I_0$ ,  $I_k$  und  $0,5 I_k$  gibt RODHE (1965, 1971). Er bestimmte z. B. an einem Tag die Primärproduktion/  $m^2$  von jeweils 8 Lokalitäten eines Sees, indem er Mischwasserproben von jeder Station an einer Stelle des Sees exponierte.

Unabhängig voneinander gelangten RYTHER (1956), STEEMANN NIELSEN (1952, 1962), RODHE et al. (1958), TALLING (1965) und VOLLENWEIDER (1958, 1969) aufgrund statistischer und theoretischer Untersuchungen zu einer maximal vereinfachten Formulierung der Lichtabhängigkeit der Assimilation (hier in der Fassung von VOLLENWEIDER):

$$\sum P = F(i) \times \frac{P_{max}}{E},$$

wobei  $P$  = integrierte Produktion der Wassersäule,  $P_{max}$  = Produktion bei Lichtsättigung (/Volumen),  $E$  = vertikaler Extinktionskoeffizient,  $F(i)$  = Funktion von täglicher Gesamteinstrahlung an der Oberfläche ( $I_0$ ) und einem durchschnittlichen  $I_k$ -Wert für den Tag, welche sich numerisch mit 2,5 approximieren läßt. Im Tageslauf liegt  $F(i)$  zwischen 0 und 3,5.

In der Schlei sind wegen der geringen Tiefe und der offenen Lage die Bedingungen für eine Anwendung obiger Formel günstig: 1) Das Phytoplankton ist annähernd homogen in der durchlichteten Zone verteilt. 2) Die Extinktion des Lichts kann zu einem wesentlichen Teil dem Phytoplankton zugeschrieben werden. 3) Die Turbulenz bewirkt, daß die Algen annähernd gleichartig hell-dunkel-adaptiert sind.

Die Gleichung:  $1,74/\text{Sichttiefe} = E$  wurde hier zur Schätzung des vertikalen Extinktionskoeffizienten herangezogen. Für  $P_{max}$  wurde die maximal gemessene Assimilationsrate einge-

setzt, die nicht immer bei Lichtsättigung zustande kam. Die Abb. 34 zeigt das Ergebnis der Berechnungen. Die Regressionsgleichungen lauten ( $y$  = vollständige Serie,  $x$  = Gleichung):

|    |                      | $Sy \cdot x$ | $r$  | $n$ |
|----|----------------------|--------------|------|-----|
| FA | $y = 0,981 x - 6,01$ | 46           | 0,89 | 39  |
| WE | $y = 0,851 x + 22,7$ | 33           | 0,95 | 120 |
| SI | $y = 1,051 x - 11,9$ | 52           | 0,89 | 45  |
| RA | $y = 1,195 x + 22,6$ | 34           | 0,95 | 37  |
| WI | $y = 0,808 x + 22,7$ | 40           | 0,90 | 30  |

Für  $F(i)$  wurde hier gleichmäßig 2,0 eingesetzt. Unter der Annahme, daß In-Situ-Produktion und  $E$  hinreichend genau bestimmt wurden, lassen sich ex post die "korrekten"  $F(i)$ -Werte errechnen. Diese liegen zwischen 0,7 und 3,3 und zeigen für alle Stationen einen deutlichen Trend, was in erster Linie ausdrückt, daß  $P_{max}$  in den Sommermonaten den höchsten Beitrag zur Gesamtproduktion leistet:

Tab. 14: Jahresgang des IK-Wertes

| Monat   | J   | F   | M   | A   | M   | J   | J   | A   | S   | O   | N   | D   |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FA - RA | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,7 | 2,1 | 2,1 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 1,4 | 1,0 |
| WI      |     |     | 1,6 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 1,7 | 1,2 |

Berücksichtigt man, daß die verglichenen Kurven ohne standardisierte Verfahren der Produktions- und Lichtmessung ermittelt wurden, so ist deren Übereinstimmung als gut zu bezeichnen. Es scheint möglich, mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand zumindest das mittlere Produktionsniveau im Jahresgang zu bestimmen. Die  $P_{max}$ -Messungen könnten an Bord mit der Simulated-In-Situ-Methode vorgenommen werden.

## 6.2. nach STEELE

STEELE (1962) leitete eine Gleichung ab, die für den Fall, daß die Lichtintensität am Grunde der euphotischen Schicht genü-



gend gering und die Chlorophyllverteilung homogen ist, nur noch wenige Glieder enthält und daher.... "provides a simple and quick method for calculating gross productivity" (S. 148):

$$P = \frac{0,22 \cdot C_h \cdot I_0}{k}$$

wobei  $P$  = Bruttoproduktion/ $m^2/d$ ,  $C_h$  = Chlorophyllkonzentration,  $I_0$  = Oberflächeneinstrahlung/ $d$ ,  $k$  = Extinktionskoeffizient.

Setzt man für  $k$  ( $\hat{=E}$ ) wieder die über die Sichttiefe ermittelten Werte ein, für  $I_0$  die Globalstrahlung, für  $C_h$  die Chlorophyll-a-Werte, so resultieren die in Abb. 35 gezeigten Kurven. Die Regressionsgleichungen für SI (als Repräsentant der Schlei) und WI offenbaren, daß die Übereinstimmung nicht besonders gut ist:

$$SI \quad y = 848 + 0,683 x, \quad r = 0,84, \quad n = 45$$

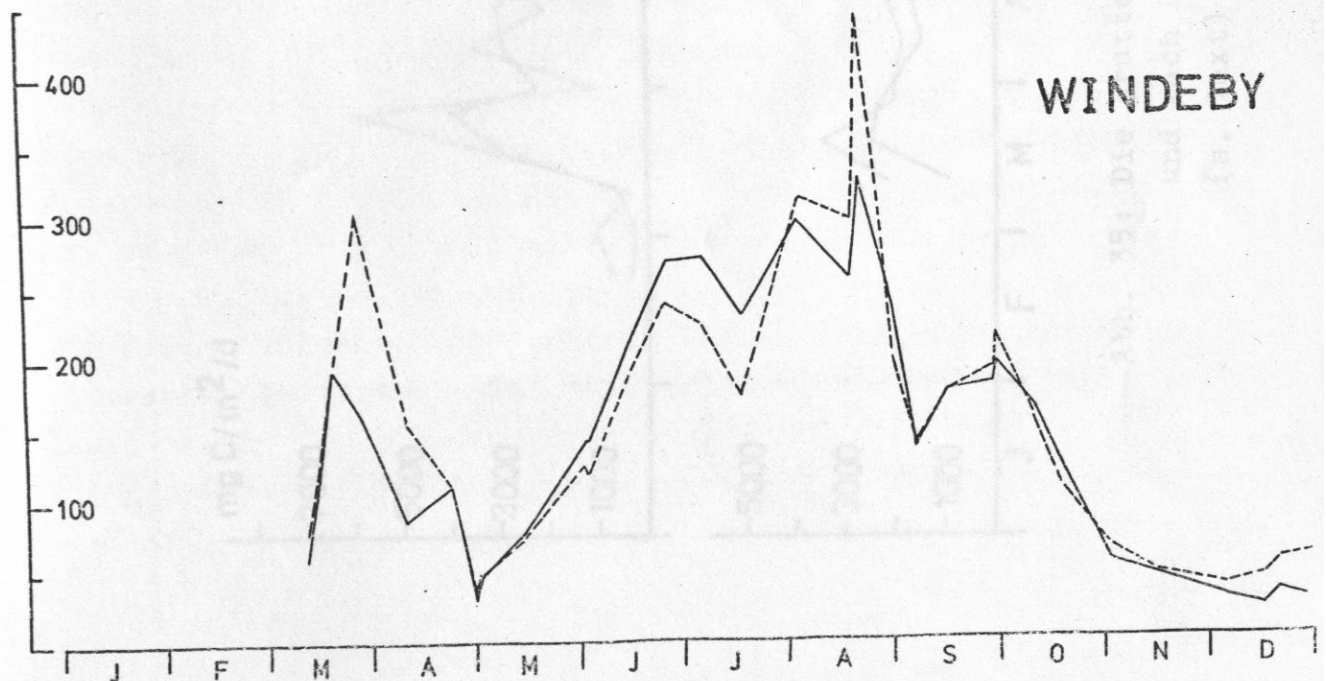
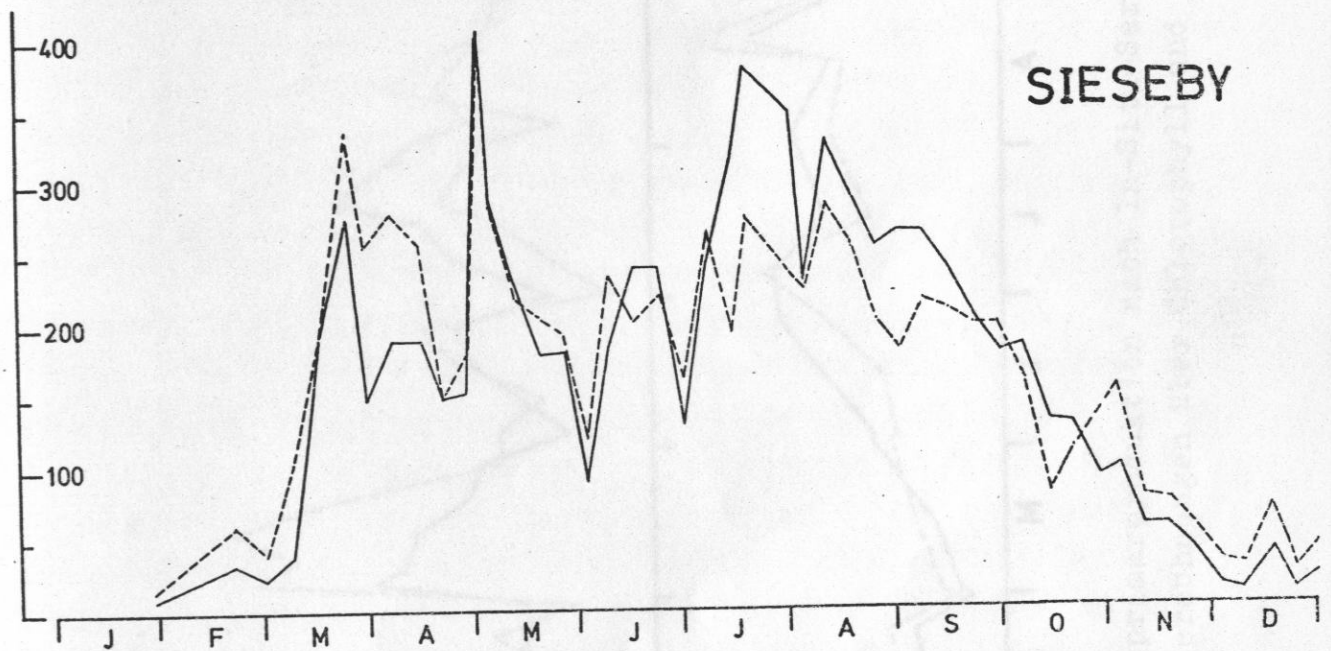
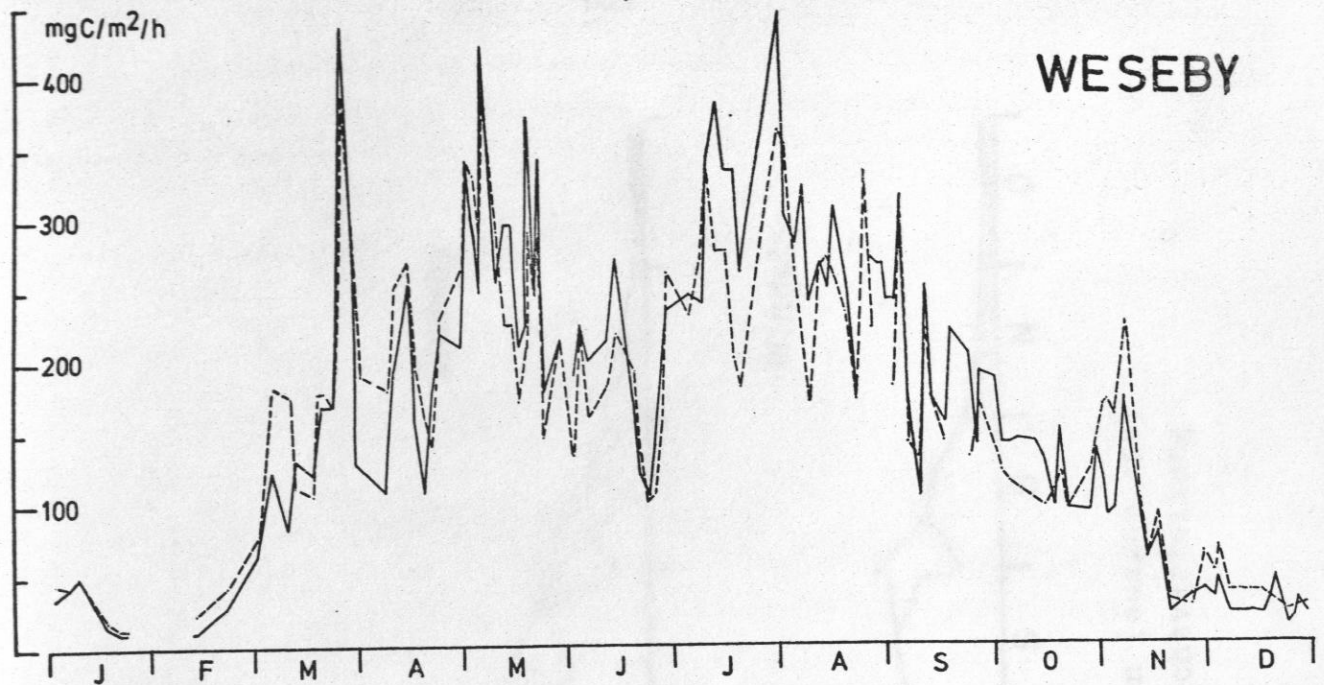
$$WI \quad y = 913 + 0,524 x, \quad r = 0,77, \quad n = 29$$

(Ohne den Extremwert vom 20.8. ergibt sich für WI ein Korrelationskoeffizient von  $r = 0,88$ .)

Es ist aber u. a. zu bedenken, daß die Flaschenmethode kein zuverlässiger Standard sein kann. Vor allem verteilte sich die Strahlung nicht symmetrisch auf beide Tageshälften und enthielt je nach Bewölkung wechselnde Anteile photosynthetisch nutzbarer Energie; eine diesbezügliche Korrektur würde die Ergebnisse entscheidend verbessern. Immerhin lassen auch diese unabhängig von Assimilationsmessungen ermittelten "Produktionskurven" vermuten, daß zwischen Strahlung, Sichttiefe, Chlorophyll und Primärproduktion beider Gewässer quantifizierbare Abhängigkeiten bestehen..

PLATT (1969) bestimmte in einigen Standardtiefen den durch die Photosynthese bedingten Anteil der Lichtextinktion über das Verhältnis von Primärproduktion zu Lichtangebot (beide als Kalorien). Da dieser Koeffizient eine lineare Beziehung zur Chlorophyllkonzentration zeigte, konnte die entsprechende Regressionsgerade für indirekte Produktionsbestimmungen verwendet werden. Die in den Horizonten vorhandene Lichtenergie wurde aus der einfallenden Sonnenenergie (400 - 700 nm)

Abb. 34: Die Bruttoprimärproduktion nach vollständigen  
(rechts) In-Situ-Serien (ausgezogen) und nach Berech-  
nungen über  $P_{max}$  und Lichtverteilung (s. Text)





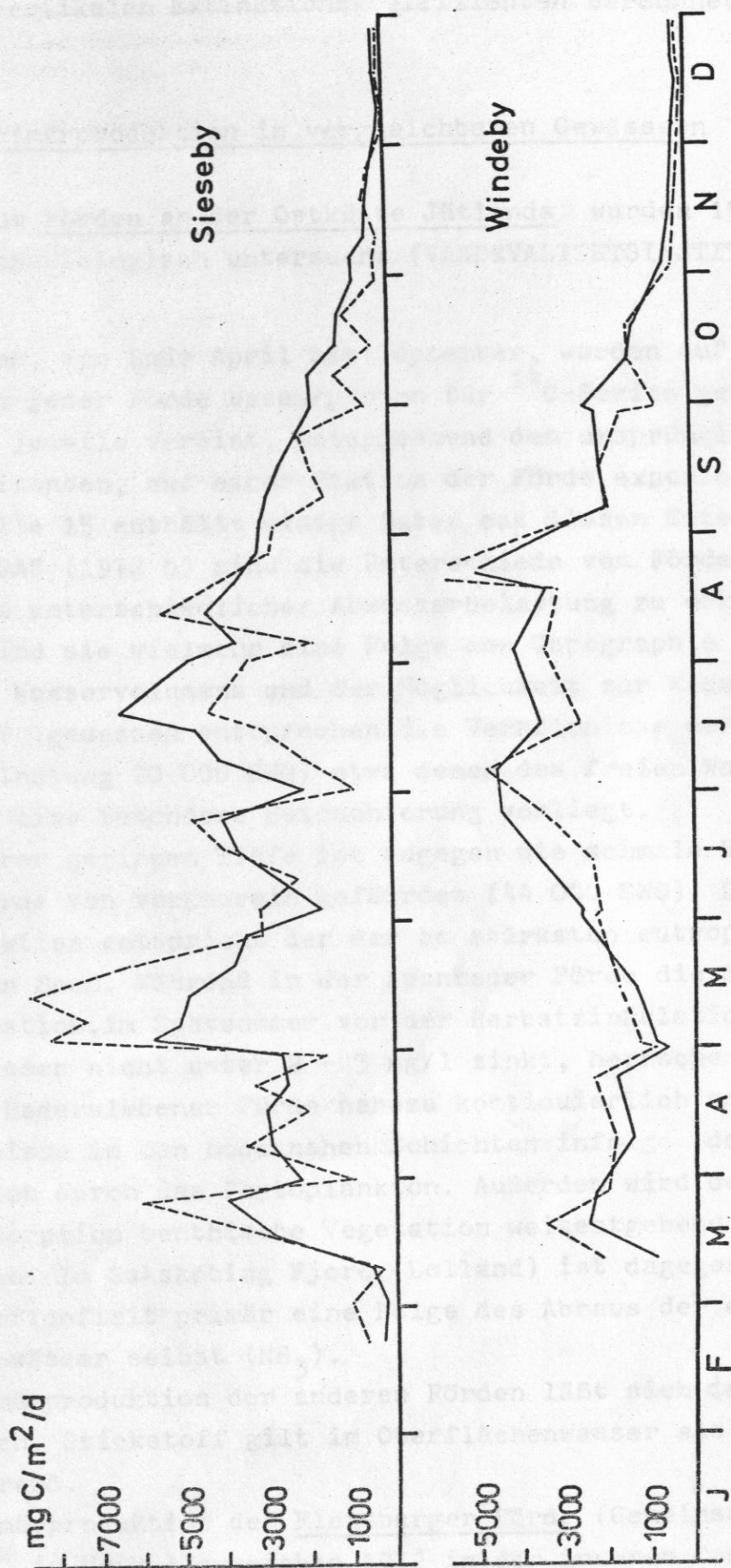


Abb. 35: Die Bruttoprämarproduktion nach In-Situ-Serien (ausgezogen) und nach Berechnungen über Chlorophyll und Lichtverteilung (s. Text)

und dem vertikalen Extinktionskoeffizienten berechnet.

## 7. Die Primärproduktion in vergleichbaren Gewässern

5 dänische Förden an der Ostküste Jütlands wurden 1971 produktionsbiologisch untersucht (VANDKVALITETSINSTITUTTET, 1971).

An 7 Tagen, von Ende April bis September, wurden auf 3 Positionen in jeder Förde Wasserproben für  $^{14}\text{C}$ -Serien geschöpft, die dann jeweils vereint, entsprechend den ursprünglichen Lichthorizonten, auf einer Station der Förde exponiert wurden. Die Tabelle 15 enthält einige Daten aus diesen Untersuchungen. Nach GARGAS (1972 b) sind die Unterschiede von Förde zu Förde nicht mit unterschiedlicher Abwasserbelastung zu erklären. Primär sind sie vielmehr eine Folge der Topographie der Förden, des Wasservolumens und der Möglichkeit zur Wassererneuerung. Infolgedessen entsprechen die Verhältnisse der Apenrader Förde (Belastung 20 000 EWG) etwa denen des freien Wassers, ohne daß eine besondere Eutrophierung vorliegt.

Wegen ihrer geringen Tiefe ist dagegen die schmale Haderslebener Förde von vornherein gefährdet (44 000 EWG). Die Primärproduktion entspricht der der am stärksten eutrophierten dänischen Seen. Während in der Apenrader Förde die Sauerstoffkonzentration, im Spätsommer vor der Herbstzirkulation, im Tiefenwasser nicht unter 2 - 3 mg/l sinkt, herrschen in der inneren Haderslebener Förde nahezu kontinuierlich anärobe Verhältnisse in den bodennahen Schichten infolge der Überproduktion durch das Phytoplankton. Außerdem wird durch die Lichtabsorption benthische Vegetation weitestgehend ausgeschlossen. Im Sakskøbing Fjord (Lolland) ist dagegen das Sauerstoffdefizit primär eine Folge des Abbaus der eingeleiteten Abwässer selbst ( $\text{NH}_3$ ).

Die Primärproduktion der anderen Förden läßt sich ~~dazwischen~~ einordnen. Stickstoff gilt im Oberflächenwasser als am meisten limitierend.

Die Primärproduktion der Flensburger Förde (Gemeinsames Komitee, in Vorb.) erreichte 1972 in der inneren Zone Werte

Tab. 15: Die Bruttoprimärproduktion in Küstengewässern  
der westlichen Ostsee

Schlei und Windebyer Noor: in situ, Sauerstoffmethode.  
Flensburger Förde: Inkubator,  $^{14}\text{C}$  (Gemeinsames Komitee,  
in Vorb.). Sonst: in situ,  $^{14}\text{C}$  (Vandkvalitetsinstituttet,  
1971).

P =  $\text{PO}_4\text{-P}$  im Wasser;  $\text{C/m}^3 = \text{mg C/m}^3/\text{d}$ ;  $\text{C/m}^2 = \text{mg C/m}^2/\text{d}$ ;  
jeweils Maximalwerte. C/S = g  $\text{C/m}^2$ / Mai - September.

In den letzten 4 Spalten jeweils Werte für innen, Mitte,  
außen.



| Gewässer          | Tiefe, m<br>(örtl.) | km <sup>2</sup> | ‰ S     | pH         | P   | C/m <sup>3</sup> | C/m <sup>2</sup> | C/S |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------|------------|-----|------------------|------------------|-----|
|                   |                     |                 |         |            |     |                  |                  |     |
| Horsens Fjord     | 1 - 4               | 78              | 14 - 24 | 6,6 - 8,6  | 87  | 2410             | 4600             | 360 |
|                   |                     |                 |         |            | 60  | 870              | 1750             | 180 |
|                   |                     |                 |         |            | 42  | 380              | 1500             | 115 |
| Vejle Fjord       | 8 - 14              | 106             | 17 - 26 | 7,9 - 8,6  | 73  | 1570             | 3600             | 183 |
|                   |                     |                 |         |            | 36  | 1000             | 2750             | 185 |
|                   |                     |                 |         |            | 36  | 680              | 1500             | 118 |
| Kolding Fjord     | 2 - 5<br>(12)       | 15              | 15 - 22 | 7,7 - 9,1  | 91  | 1860             | 3600             | 363 |
|                   |                     |                 |         |            | 54  | 2100             | 3200             | 280 |
|                   |                     |                 |         |            | 34  | 1030             | 3500             | 208 |
| Hardslev Fjord    | 1 - 2<br>(5)        | 5               | 4 - 23  | 6,7 - 9,2  | 250 | 2400             | 4500             | 304 |
|                   |                     |                 |         |            | 130 | 4300             | 10000            | 550 |
|                   |                     |                 |         |            | 82  | 670              | 2000             | 170 |
| Aabenraa Fjord    | 30                  | 33              | 14 - 24 | 7,5 - 8,5  | 24  | 200              | 1090             | 114 |
|                   |                     |                 |         |            | 28  | 155              | 840              | 103 |
|                   |                     |                 |         |            | 34  | 285              | 1020             | 98  |
| Flensburger Förde | 3 - 38              | 325             | 15 - 26 | 6,7 - 8,8  |     | 870              | 3800             | 255 |
|                   |                     |                 |         |            |     | 350              | 2500             | 110 |
|                   |                     |                 |         |            |     | 200              | 1000             | 90  |
| Schlei Förde      | 2 - 4<br>(14)       | 54              | 3 - 19  | 7,5 - 10,2 |     | 8700             | 6100             | 600 |
|                   |                     |                 |         |            |     | 4300             | 6400             | 560 |
|                   |                     |                 |         |            |     | 2500             | 5000             | 460 |
| Windebyer Noor    | 2 - 14              | 4               | 3,5     | 8,1 - 9,2  |     | 3800             | 4500             | 440 |

1971

1972

wie in den angeführten ostjütischen Gewässern (vgl. Tab. 15). Die Verhältnisse im weitgehend abgeschlossenen Nybøl Noor (bis zu  $7000 \text{ mg C/m}^2/\text{d}$ , brutto) entsprechen wahrscheinlich denen der inneren Schlei. Vom Mittelabschnitt der Förde bis zur weiten Mündung unterscheiden sich die Produktionsraten, die mit einer Inkubatormethode ermittelt wurden (vgl. GARGAS et al. 1973), nur wenig, da das große Wasservolumen und der ungehinderte -austausch für eine starke Verdünnung der eutrophierenden Stoffe sorgen, so daß hier N und P gleichermaßen regulierend wirken, während in den Innengebieten N das Algenwachstum limitiert.

Im Isefjord (Kattegat) stellte STEEMANN NIELSEN (1951) einen Produktionsrhythmus mit Maxima im März, Mai und Juli - September fest. Diatomeen dominierten, Peridineen und Cyanophyceen hatten unregelmäßige kleinere Maxima. NIELSEN nimmt an, daß das März-Maximum durch Erschöpfung der im Winter remineralisierten Nährstoffe beendet werde, das Mai-Maximum durch Zooplanktonzehrung, das Hauptmaximum ab Juli durch Lichtmangel. Die Jahresbruttoproduktion betrug  $175 - 240 \text{ mg C/m}^2$  ( $\text{O}_2$ -Methode).

Im Zeitraum 1960 - 1962 untersuchte HÜBEL (1965, 1968) die Primärproduktion des Phytoplanktons der Rügenschten Bodden-gewässer mit der  $^{14}\text{C}$ -Methode (etwa monatliche Messungen von April bis Dezember). Hinsichtlich Morphologie und Hydrographie sind die Bodden in vielem mit der Schlei bzw. dem Windebyer Noor vergleichbar, jedoch dienen sie nicht in gleichem Maße als Vorfluter für Abwasser. Mittlere Tiefe: 4 - 6 m. Eine jahreszeitliche Rhythmik der Algenzusammensetzung fehlt in den Innenbodden: Es dominieren im Netzplankton ganzjährig coccale Cyanophyceen (Microcystis). In den Außenbodden sind auch Diatomeen und Ceratien von Bedeutung.

Chlorophyceen kommen überall vor, bleiben aber produktionsbiologisch ohne größere Bedeutung. Nach OVERBECK (1972) überwiegt die Biomasse des Nanoplanktons und dementsprechend sein Anteil an der Primärproduktion.

Die Produktionskurven der Binnenbodden sind durch einen Anstieg bis Juli/August gekennzeichnet, die der Außenbodden zeigen auch ein Herbstmaximum im Oktober. Versucht man, aus

HÜBELS Angaben monatliche Tagesmittelwerte für den der Großen Breite entsprechenden Abschnitt (Großer Jasmunder Bodden) zu errechnen, so ergibt sich folgende Reihe:

Tab. 16: Tagesmittelwerte der Primärproduktion ( $\text{mg C/m}^2/\text{d}$ )  
 Oben: Bodden auf Rügen,  $^{14}\text{C}$ -Methode (netto?)  
 Unten: Schlei,  $\text{O}_2$ -Methode (brutto)

| Monat          | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Innerer Bodden | 1200 | 2100 | 2500 | 4100 | 3600 | 2400 | 2600 | 2100 | 1000 |
| Innere Schlei  | 2700 | 4700 | 3800 | 5300 | 4100 | 2100 | 1500 | 700  | 300  |

Die höheren Werte für die Schlei im Vorsommer sind wahrscheinlich mit der Chlorophyceenblüte zu erklären. Das Fortbestehen eines höheren Produktionsniveaus im Herbst in den Bodden kann vielleicht darauf zurückgeführt werden, daß das Phytoplankton lichtbedingt zwar abnimmt, ohne aber durch stärkere Salzgehaltsschwankungen physiologisch beansprucht zu werden. Bei Eisbildung beobachtete HÜBEL, daß die Cyano-phyceen aufsteigen und einfrieren.

Die Assimilationsraten des produktivsten Horizonts ( $P_{\text{max}}$ ) erreichen meist nur ein Drittel der Schlei-Werte. Als Jahresnettoproduktion gibt HÜBEL die folgenden Beträge an:

Tab. 17: Die Primärproduktion der Boddengewässer auf Rügen  
 HÜBEL (1965),  $\text{mg C/m}^2/\text{a}$  (netto, s. Text)

| Station | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7 (Ostsee) |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| 1960    | 605 | 560 | 424 | 305 | 105 | 85         |
| 1961    | 645 | 775 | 530 | 362 | 118 | 112        |
| 1962    | 773 | -   | 310 | -   | -   | 73         |
| Ø       | 672 | 667 | 421 | 334 | 111 | 90         |

Die Jahresproduktion des durch eine Schleuse abgetrennten innersten Abschnitts (Stat. 1) schätzt HÜBEL auf 900  $\text{mg C}$ . Trotz der einmal gemessenen 7550  $\text{mg C/m}^2/\text{d}$  könnte dies eine



Überschätzung sein: Schon GESSNER (1938) fand Sichttiefen von nur 35 - 60 cm statt 90 - 200 cm jenseits der Schleuse (Stat. 2). HÜBEL bestimmte das Assimilationsmaximum in nur 10 - 30 cm Tiefe anstatt bei 1 m. Es sind also ähnliche Selbstbeschattungseffekte wie in der Schlei zu vermuten.

WIKTOR (1971) kann sich die geringere Produktivität des Stettiner Haffs im Vergleich zu den Bodden nicht erklären: "This is somehow strange, as there are many data showing that the waters of the bay are if no more productive than Ruggia's water bodies then at least not less" (S. 13).

Dazu ist zu bemerken, daß WIKTOR 24-Std.-O<sub>2</sub>-, HÜBEL aber <sup>14</sup>C-Halbtagesexpositionen wählte. Vor allem aber stellen die in obiger Tabelle angegebenen Jahresnettowerte nur die summierten Lichttagsnettobeträge dar. Eine Korrektur bezüglich der Respiration von durchschnittlich 12 Nachtstunden, über 5 m Wassersäule, würde einen wesentlich geringeren Nettogewinn zurücklassen.

Dieses Beispiel deutet an, wie schwierig die Interpretation von Produktionsangaben im einzelnen sein kann, wenn nicht klar ersichtlich ist, ob es sich um <sup>14</sup>C- oder O<sub>2</sub>-, Brutto- oder Netto-, Langzeit- oder (extrapolierte) Kurzzeit-, Lichttag- oder 24-Std.-Werte handelt.

In den Jahren 1964 - 1968 untersuchte WIKTOR (1971) mit monatlichen Messungen die Primärproduktion des Stettiner Haffs. Der Produktionsprozeß begann im April und endete im November. (Gemeint ist wohl die apparente Photosynthese, da die Flaschen 24 Stunden aushingen.) Die Bruttoraten (O<sub>2</sub>-Angaben mit Faktor 0,32 zu C-Werten umgerechnet) betragen im

| April | Mai-Juni | Juli | Aug.-Sept. | Okt. | Nov. |
|-------|----------|------|------------|------|------|
| 300   | 1590     | 2960 | 1590       | 880  | 140  |

mg C/m<sup>2</sup>/d, maximal im Juli 4790 mg. Die Jahresbruttoproduktion blieb daher niedrig: 330 mg C/m<sup>2</sup>.

Der Anteil des Nanoplanktons (75-µm-Gaze zur Entfernung des Netzplanktons) betrug im Mai 88,2 % der Gesamtproduktion, im Juni 46,8 % und im September 43,2 - 28,7 %.

In der euphotischen Zone (1,5 - 2 m) schwankte der Respiationsverlust zwischen 27 und 90 % der Produktion; bezogen

auf die Wassersäule ergaben sich bis zu 152 %. WIKTOR macht keine Angabe zur Jahresnettoproduktion.

Für die Danziger Bucht ermittelte RENK (1972)  $104 \text{ g C/m}^2/\text{a}$  ( $^{14}\text{C}$ ) als Durchschnittswert der Jahre 1965 - 71.

Die für finnische und schwedische Ostseegewässer veröffentlichten Produktionsraten bleiben auch in den als stark eutrophiert geltenden inneren Küstenzonen weit unter den Werten für entsprechende Lokalitäten der südwestlichen Ostsee. Cyanophyceen treten als Hauptproduzenten zugunsten der Diatomeen und Dinophyceen zurück. Vor Loviisa im Golf von Finnland maßen BAGGE & NIEMI (1971) nach Eisaufgang im Mai maximal etwa  $400 \text{ mg C/m}^2/\text{d}$ , BAGGE & LEHMUSLUOTO (1971) an der Südwestküste in einzelnen Gebieten  $1,0 - 1,2 \text{ mg C/m}^2/\text{d}$  oder  $120 \text{ g C/m}^2/\text{a}$ , NEHRING et al. (1969) in der nördlichen Bottensee im Mai  $330 \text{ mg C/m}^2/\text{d}$  ( $^{14}\text{C}$ ).

In der eigentlichen Ostsee verhindert meist eine stabile thermohaline Schichtung, daß ausreichend Nährstoffe aus dem Tiefenwasser in die salzarme Deckschicht gelangen. Die Jahresproduktion beträgt daher nur etwa  $40 \text{ g C/m}^2/\text{a}$  (SEN GUPTA, 1972). KAISER & SCHULZE (1973) schätzen, aufgrund von überwiegend im Inkubator ausgeführten  $^{14}\text{C}$ -Messungen mit Proben aus Standardtiefen, die Jahresproduktion im Arkonabecken auf  $65,0 \text{ g}$  in der Bornholmsee auf  $63,2 \text{ g}$  und im Finnischen Meerbusen auf  $37,9 \text{ g C/m}^2/\text{a}$  (netto?).

Aus den unter Leitung von STEEMANN NIELSEN vorgenommenen Produktionsmessungen im Großen Belt und im Kattegat (seit 1953, mit Unterbrechungen) ergibt sich kein eindeutiger Hinweis auf eine Eutrophierung der westlichen Ostsee. Die Jahresbruttowerte liegen zwischen  $70$  und  $120 \text{ g C/m}^2$  (vgl. Abb. bei GARGAS, 1972 b).

STEELE (1957) nennt für die Nordsee  $45 - 110 \text{ g C/m}^2/\text{a}$ .

Diese Größenordnung gilt auch für die mittlere Produktion des Weltmeeres (vgl. die Zusammenstellungen bei HÜBEL, 1965; ALEEM & SAMAN, 1969 b; KOBLENTZ-MISHKE, 1970). In Auftriebsgebieten können aber kurzzeitig sehr hohe Raten registriert werden. So bestimmten RYTHER & MENZEL (1965) im Golf von Oman

1,5 - 6,4 g C/m<sup>2</sup>/d, JAUQUES et al. (1973) in dem als produktionsarm geltenden Mittelmeer 2 g. RYTHER et al. (1971) veröffentlichten die höchsten Werte der Primärproduktion natürlicher mariner Umgebungen aus dem tropischen Auftriebsgebiet vor Peru: Im Untersuchungszeitraum (März - April) wurden maximal 11,74, minimal 3,14 und durchschnittlich 10,00 g C/m<sup>2</sup>/d ermittelt (<sup>14</sup>C).

Aus dem nur 1 m tiefen, brackigen Lake Mariut (Nildelta) stammen gleich hohe Raten: 9 - 11 g C/m<sup>2</sup>/d (brutto, <sup>14</sup>C) (ELSTER & VOLLENWEIDER, 1961; ALEEM & SAMAN, 1969 b).

QUASIM (1973) gibt die Jahresproduktion der backwaters von Cochin (Indien) mit 280 g (brutto) und 125 g C/m<sup>2</sup> (netto) an. In der Lagune von Venedig bestimmte VATOVA (1961) maximal 1400 mg C/m<sup>2</sup>/d, trotz dauernden Überschusses von Stickstoff und Phosphor. Die Jahresproduktion überstieg nicht 150 g C/m<sup>2</sup> (brutto, <sup>14</sup>C). Beide Flachgewässer werden durch Gezeitenströmungen ungünstig beeinflusst: starke Salzgehaltsschwankungen, Verdünnung des standing stock, hohe Lichtextinktion.

Vielleicht stellen 600 - 800 g C/m<sup>2</sup> die mögliche Jahresbruttoproduktion natürlicher Gewässer der gemäßigten Breiten dar. Solche Werte wurden für die Rügischen Bodden, die Schlei, die inneren Abschnitte dänischer Förden, für die stark belasteten dänischen Seen auf Seeland und für die beiden produktivsten Seen Nordamerikas (SCHINDLER & COMITA, 1973) berechnet.

Abschließend sei erwähnt, daß unter den Licht- und Temperaturbedingungen der mittleren Breiten (Dortmund) mit industriell betriebenen autotrophen Algengroßkulturen (Grünalge *Scenedesmus*) Ausbeuten von 12 g Trockensubstanz /m<sup>2</sup>/d ( $\approx$  6 g C) erzielt wurden (vgl. KRAUT & MEFFERT, 1966).



## 8. Zusammenfassung

1. Im Jahre 1971 wurde auf einer Station im inneren Abschnitt der Ostseeförde Schlei, 1972 auf weiteren drei Stationen und im Windebyer Noor die Primärproduktion des Phytoplanktons mit der Hell-Dunkel-Flaschenmethode über den assimilatorisch abgegebenen Sauerstoff bestimmt (etwa wöchentlich). Auf der Station im inneren Abschnitt der Schlei wurde auch mit  $^{14}\text{C}$ -Methoden gemessen (14täglich).
2. Mit der Entfernung von der Ostsee steigt die Bruttoproduktion pro Volumeneinheit Oberflächenwasser ( $P_{\text{max}}$ ) stärker an als die integrierte Produktion unter der Flächeneinheit ( $P_{\text{m}^2}$ ), da wegen der günstigeren Wachstumsbedingungen schleiaufwärts das Licht zunehmend limitierender Faktor wird (Selbstbeschattung).  
Gesamtbereich für  $P_{\text{max}}$ : 1 - 750 mg C/m<sup>3</sup>/h in der Schlei, 1 - 320 mg C im Windebyer Noor, entsprechend für  $P_{\text{m}^2}$ : 10 - 6400 bzw. ? - 4600 mg C/m<sup>2</sup>/d.  
Jahresbruttoproduktion: Stat. Rabelsund (RA): 620, Sieseby (SI): 770, Weseby (WE): 850, Fahrdorf (FA): 840 g; Windebyer Noor (WI): 620 g C/m<sup>2</sup>/a.
3. In beiden Gewässern wurden Produktionsmaxima festgestellt: im März, Mai (zu dieser Zeit Minimum im Noor) und im Juli-August.
4. Der Produktionsanteil des Nanoplanktons betrug in der Schlei etwa 25 %, im Windebyer Noor etwa 65 % der Gesamtproduktion.
5. Die  $^{14}\text{C}$ -Werte (brutto) erreichten 66 - 138 % der  $\text{O}_2$ -Bruttoproduktionswerte.
6. Die  $\text{CO}_2$ -Dunkelfixierungsraten blieben gering: 1,9 (0,2 - 17,1) % von  $P_{\text{max}}$ , entsprechend 1,2 - 68 mg C/m<sup>3</sup>/Lichttag.
7. In beiden Gewässern zeigte die Respiration Beziehungen zur Assimilation: von März bis Anfang Dezember 5 - 25 % von  $P_{\text{max}}$ .

Die Monatsmittelwerte der Respiration erreichten das Maximum im Juli.

8. Die Jahresnettoproduktion betrug, bezogen auf die euphotische Zone, etwa 70 % in beiden Gewässern; bezogen auf die Wassersäule, in der Schlei (3 m) 45 %, im Noor (8 m) 27 % - wegen des ungünstigen Verhältnisses der flachen Hauptproduktionszone zur durchmischten Wassersäule.
  9. Die Kompensationstiefe (24 Std.) befand sich von April bis November bei FA in 0,5 - 1,2 m Tiefe, bei RA zwischen 2,5 und 3 m, im Windebyer Noor zwischen 2 und 4,5 m.
  10. Von März bis Oktober erneuerte sich das Phytoplankton im produktivsten Horizont in (theoretischen) 1,5 (0,7 - 3,3) Tagen; in der euphotischen Schicht bei FA in 3,2 (1,4 - 7), bei RA in 1,5 (0,7 - 4) Tagen, im Windebyer Noor in 3,4 (0,9 - 9) Tagen.
  11. Durch die Bruttoprimärproduktion wurden in der Schlei 9 (1 - 71) %, im Windebyer Noor 7 (1 - 30) % der Globalstrahlung fixiert (Tageswerte).
  12. Seston, Chlorophyllgehalt, Sichttiefe und Produktionsparameter sind signifikant korreliert.
  13. Die Primärproduktionsraten kennzeichnen die Schlei insgesamt als hypertrophes Gewässer. Die gemessenen Werte sind mit den höchsten aus dem marinen Bereich vergleichbar.
- Das Windebyer Noor ist als eu- bis hypertroph einzustufen.

9. Literaturverzeichnis

- AHLGREN, G. 1970: Limnological studies of Lake Norrviken, a eutrophicated Swedish Lake. II. Phytoplankton and its production. - Schweiz. Z. Hydrol. 32, 353-396.
- AHLGREN, I. 1972: Changes in Lake Norrviken after sewage diversion. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 18, 355-361.
- ALEEM, A.A. and SAMAAAN, A.A. 1969 a: Productivity of Lake Mariut, Egypt. Part I. Physical and chemical aspects. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 54, 313-355.
- 1969 b: Productivity of Lake Mariut, Egypt. Part II. Primary production. - Ibid. 491-527
- ANDERSON, G.C. 1964: The seasonal and geographic distribution of primary productivity off the Washington and Oregon coast. - Limnol. Oceanogr. 9, 284-302.
- 1965: Fractionation of phytoplankton communities off the Washington and Oregon Coast. - Limnol. Oceanogr. 10, 477-480.
- BAGGE, P. and LEHMUSLUOTO, P.O. 1971: Phytoplankton primary production in some Finnish coastal areas in relation to pollution. - Inst. Mar. Res., Skr. No. 235, 3-18.
- BAGGE, P. and NIEMI, A. 1971: Dynamics of phytoplankton primary production and biomass in Loviisa Archipelago (Gulf of Finland). - Inst. Mar. Res., Skr. No. 233, 19-41.
- BARNETT, A.U. and HIROTA, J. 1967: Changes in the apparent  $^{14}\text{C}$ -uptake with length of incubation period in natural phytoplankton populations. - Limnol. Oceanogr. 12, 349-353.
- BAUER, G. 1957: Die Ausnutzung der Sonnenenergie durch das Phytoplankton eines eutrophen Sees. - Diss., München.



- BENNDORF, J. 1973: Prognose des Sauerstoffhaushalts von Stauwässern mit Hilfe kontinuierlicher und semikontinuierlicher biologischer Modelle. II. Prüfung der Prognosegenauigkeit. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 58, 1-18.
- BJÖRK, S. 1972: Ecosystem studies in connection with the restoration of lakes. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 18, 379-387.
- BOCK, K. 1956: Zur Hydrographie der Schlei (unveröffentl.).  
1960: Biologische Untersuchungen, insbesondere der Ciliatenfauna, in der durch Abwasser belasteten Schlei (westliche Ostsee). - Kieler Meeresf. 16, 57-68.
- BUCH, K. 1945: Kolsyrejämvikten i Baltiska Havet. - Fennia 68, 1-292.
- BUCHHOLZ, H. 1952: Das Brackwasserzooplankton an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. - Diss., Kiel.
- CASPERS, H. 1959: Vorschläge einer Brackwassernomenklatur. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 44, 313-315.
- CASSIE, R.M. 1962: Microdistribution and other error components of  $^{14}\text{C}$  primary production estimates. - Limnol. Oceanogr. 7, 121-130.  
1963: Relationship between plant pigments and primary production in *Skeletonema costatum*. - Limnol. Oceanogr. 8, 433-439.
- CUSHING, D.H. 1962: An alternative method of estimating the critical depth. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 27, 131-140.  
1973: Production in the Indian Ocean and the transfer from the primary to the secondary level. - In: B. ZEITZSCHEL (Ed.): The biology of the Indian Ocean, 475-486. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.
- CUSHING, D.H. et al. 1958: Report of the committee on terms and equivalents. - In: Contributions to Plankton Symposium 1957. Rapp. Proc. - Verb., Cons. perm. int. Explor. Mer 144, 15-16.

- DALEY, R.J. and BROWN, S.R. 1973: Experimental characterization of lacustrine chlorophyll diagenesis. - Arch. Hydrobiol. 72, 277-304.
- DERENBACH, J. 1969: Zur Homogenisation des Phytoplanktons für die Chlorophyllbestimmung. - Kieler Meeresf. 25, 166-171.
- DILLON, W.P. 1964: Flotation technique for separating fecal pellets and small marine organisms from sand. - Limnol. Oceanogr. 9, 601-602.
- DOTY, M.S. and OGURI, M. 1956: The island mass effect. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 22, 33-37.
- 1958: Selected features of the isotope carbon primary productivity technique. - Rapp. Proc. - Verb., Cons. perm. int. Explor. Mer 144, 47-55.
- DUSSART, B.M. 1965: Les différentes catégories de plankton. - Hydrobiologia 26, 72-74.
- ELBRÄCHTER, M. 1970: Phytoplankton und Ciliaten. - In: G. RHEINHEIMER et al.: Chemische, mikrobiologische und planktologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung. Kieler Meeresf. 26, 193-202.
- ELSTER, H.J. und VOLLENWEIDER, R. 1961: Beiträge zur Limnologie Ägyptens. - Arch. Hydrobiol. 57, 241-343.
- FINDENEGG, J. 1971: Die Produktionsleistungen einiger planktischer Algenarten in ihrem natürlichen Milieu. - Arch. Hydrobiol. 69, 273-293.
- FOGG, G.E. 1969: Oxygen versus  $^{14}\text{C}$ -methodology. - In: R.A. VOLLENWEIDER (Ed.): A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. IBP Handbook No. 12, 76-78. Blackwell, Oxford and Edinburgh.
- FONSELIUS, S.H. 1969: Hydrography of the Baltic deep basins. - Rep. Fish. Bd. Swed. (Ser. Hydrogr.) 23, 1-97.

GARGAS, E. 1972 a: Measurements of microalgal primary production (phytoplankton and microbenthos) in the Smålandshavet (Denmark). - *Ophelia* 10, 75-89.

1972 b: Primaerproduktion. Biologie, begraensende faktorer og spildevandsrensning. - *Stads- og havneingeniøren* 9, 178-187.

1973: Anvendelser af  $^{14}\text{C}$ -metoden ved bestemmelse af den organiske stofproduktion i akvatiske økosystemer. - In: Vandkvalitetsinstituttet, Søborg: Søndag 1973, 31-98.

Gemeinsames Komité Flensburger Förde (in Vorbereitung):  
Untersuchungen der Flensburger Förde. Teilbericht 6.  
Primärproduktion und Wasserchemie. Amtshuset,  
Aabenraa.

GESSNER, F. 1938: Hydrographie und Hydrobiologie der Brackwässer Rügens und des Darß. - *Kieler Meeresf.* 2, 1-80.

1944: Der Chlorophyllgehalt der Seen als Ausdruck ihrer Produktivität. - *Arch. Hydrobiol.* 40, 687-732.

1957: Meer und Strand. VEB Verlag der Wissenschaften, Berlin.

1959: Hydrobotanik, Bd. 2. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.

1960: Die Photosynthese des Phytoplanktons. - In: W. RUHLAND (Hrsg.): *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Bd. 5, 521-567.

GESSNER, F. und PANNIER, F. 1958 a: Influence of oxygen tension on respiration of phytoplankton. - *Limnol. Oceanogr.* 3, 478-480. x

1958 b: Der Sauerstoffverbrauch der Wasserpflanzen bei verschiedenen Sauerstoffspannungen. - *Hydrobiologia* 10, 323-351.



- GIESKES, W.G. 1972: Primary production, nutrients, and size spectra of suspended particles in the southern North Sea. - Netherlands Inst. f. Sea Res., Publications and Reports, No. 16.
- GILBERT, W. and PAWLEY, W. and PARK, K. 1967: CARPENTER's oxygen solubility tables and nomograph for seawater as a function of temperature and salinity. - J. Oceanogr. Soc. Japan 23, No. 5.
- GILLBRICHT, M. 1952: Untersuchungen zur Produktionsbiologie des Planktons in der Kieler Bucht. I. - Kieler Meeresf. 8, 173-191.
- 1969: Calculations in marine planktology. Practical and theoretical problems. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 54, 645-660.
- GLIWICZ, Z.M. and HILLBRICHT-ILKOWSKA, A. 1972: Efficiency of the utilization of nanoplankton primary production by communities of filter feeding animals measured in situ. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 18, 197-203.
- GRAN, H.H. and BRAARUD, T. 1935: A quantitative study of phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine. - J. Biol. Bd. Canada 1, 279-467.
- GRANHALL, U. and LUNDGREN, A. 1971: Nitrogen fixation in Lake Erken. - Limnol. Oceanogr. 16, 711-719.
- GRASSHOFF, K. 1962: Untersuchungen über die Sauerstoffbestimmung im Meerwasser. 1. Teil. - Kieler Meeresf. 18, 42-50.
- 1968: Chemische Methoden. - In: C. SCHLIEPER (Hrg.): Methoden der meeresbiologischen Forschung. VEB Gustav Fischer Verl., Jena. 13-31.
- GRØNTVED, J. 1960: Taxonomical and productional investigations in shallow coastal waters. - Medd. Danm. Fisk. Havunders., N.S. 1, 1-17.

- HAGMEIER, E. 1960: Untersuchungen über die Menge und die Zusammensetzung von Seston und Plankton in Wasserproben von Reisen in die Nordsee und nach Island. - Diss., Kiel.
- HEPHER, B. 1962: Primary production in fishponds and its application to fertilization experiments. - Limnol. Oceanogr. 7, 131-136.
- HEPHER, B. and LANGER, J. 1970: On the primary production in Lake Kinneret (Tiberias). - Sea Fish. Res. Station, Bull. 55. Lake Tiberias Investigations No. 8, 21-62. Haifa, Israel.
- HICKEL, W. 1965: Untersuchungen über die Phytoplanktonblüte in der Beltsee. (Chemische und biologische Messungen des Frühjahrs- und Herbstplanktons beim Feuerschiff "Flensburg"). - Diss., Kiel.
- HIRCHE, H.-J. 1973: Die Copepoden *Eurytemora affinis* und *Acartia tonsa* und ihre Besiedlung durch *Myoschiston Centropagidarmi* in der Schlei. - Diplomarbeit, Kiel.
- HÜBEL, H. 1965: Die Primärproduktion des Phytoplanktons der nördlichen Rügensch Boddengewässer unter Anwendung der  $^{14}\text{C}$ -Methode. - Diss., Greifswald.
- 1968: Die Bestimmung der Primärproduktion des Phytoplanktons der Nord-Rügensch Boddengewässer unter Verwendung der Radiokohlenstoffmethode. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 53, 601-633.
- JAQUES, G. et MINAS, H.J. et MINAS, M. et NIVEL, P. 1973: Influence des conditions hivernales sur les productions phyto- et zooplanctoniques en Méditerranée Nord-Occidentale. II. Biomasse et production planctonique. - Mar. Biol. 23, 251-265.
- JERLOV, N.G. 1968: Optical Oceanography. - Elsevier Publ. Company, Amsterdam.

- JÓNASSON, P.M. and MATHIESEN, H. 1959: Measurements of primary production in two Danish eutrophic lakes, Esrom Sø and Furesø. - *Oikos* 10, 137-168.
- KAISER, W. und SCHULZ, S. 1973: Biologische Untersuchungen während des Internationalen Ostseejahres (International Baltic Year, IBY) 1969/70. II. Untersuchungen zur Primärproduktion. - *Beitr. Meeresk.* 32, 9-31.
- KALBE, L. 1972: Sauerstoff- und Primärproduktion in hypertrophen Flachseen des Havelgebietes. - *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 57, 825-862.
- KALISZ, L. 1973: Role of algae in sewage purification. Part. I. Oxygen production. - *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20, 389-412.
- KALLE, K. 1948: Zur Frage der Produktionsleistung des Meeres. - *D. Hydrogr. Z.* 1, 2-17.
- KOBLENTZ-MISHKE, O.J. and VOLKOVINSKY, V.V. and KABANOVA, J.G. 1970: Plankton primary production in the World Ocean, 183-193. - In: W.S. WOOSTER (Ed.): *Scientific explorations of the South Pacific*. National Academy of Sciences, Washington.
- KÖNIG, D. 1970: Landschaftlich-ökologische Fakten und Abwasserbelastung. In: G. RHEINHEIMER et al.: *Chemische mikrobiologische und planktologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung*. - *Kieler Meeresf.* 26, 111-119.
- KRAUT, H. und MEFFERT, M.-E. 1966: Über unsterile Großkulturen von *Scenedesmus obliquus*. - *Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen*, Nr. 1648. 61 pp.
- KREY, J. 1950: Eine Methode zur quantitativen Bestimmung des Planktons. - *Kieler Meeresf.* 7, 58-75.
- 1956: Die Trophie küstennaher Meeresgebiete. - *Ibid.* 12, 46-65.



- KREY, J. 1958: Chemical determinations of net plankton with special reference to equivalent albumin content. - J. Mar. Res. 17, 312-324.
- 1961: Der Detritus im Meere. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 26, 263-280.
- KREY, J. and SARMA, A.H.V. 1970 a: Primary production and seasonal cycle of phytoplankton in Kiel Bight during 1967 and 1968 and its relation to environmental factors. - ICES-paper, C.M. 1970/ L:8.
- 1970 b: A comparison of typical profiles of primary production and standing crop of phytoplankton in various types of marine localities. - ICES-paper, C.M. 1970/ L:10.
- KUZNETZOW, S.I. 1958: A study of the size of bacterial populations and of organic matter formation due to photo- and chemosynthesis in water bodies of different types. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 13, 156-169.
- LANDE, H. 1973: Studies on phytoplankton in relation to its production and some physical-chemical factors in Lake Svinsjön. - Arch. Hydrobiol. 72, 71-86.
- LEHN, H. 1969: Die Veränderungen des Phytoplanktonbestandes im Bodensee. I. Fluktuationen von Tabellaria fenestrata 1890 - 1967. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 54, 367-411.
- LENZ, J. 1968: Die Teilchengrößenanalyse und Mengenbestimmung des Detritus in Seewasserproben. - Kieler Meeresf. 24, 85-94.
- 1970 a: Seston-, Chlorophyll- und Eiweißgehalt. - In: G. RHEINHEIMER et al.: Chemische, mikrobiologische und planktologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung. Kieler Meeresf. 26, 180-192.
- 1970 b: Zooplankton. - Ibid. 203-213.

- LENZ, J. 1971: Zur Methode der Sestonbestimmung. - Ibid. 27, 180-193.
- 1972: The size distribution of particles in marine detritus. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 29, Suppl. 17-35.
- LOHMANN, H. 1903: Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden. - Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel (N. F.) 7, 1-88.
- LORENZEN, C. 1963: Diurnal variation in photosynthetic activity of natural phytoplankton populations. - Limnol. Oceanogr. 8, 56-62.
- LUND, J.W.G. and TALLING, J.F. 1957: Botanical limnological methods with special reference to the algae. - Bot. Rev. 23, 489-583.
- MALONE, T.C. 1971: Diurnal rhythms in netplankton and nanoplankton assimilation ratios. - Mar. Biol. 10, 285-289.
- MARGALEF, R. 1958: Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. - In: A.A. BUZZATI-TRAVERSO (Ed.): Perspectives in marine biology. 323-349. Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles.
- MATHIESEN, H. 1971: Summer maxima of algae and eutrophication. - Mitt. Internat. Verein. Limnol. 19, 161-181.
- MC ALLISTER, C.D. 1961: Observations on the variation of planktonic photosynthesis with light intensity, using both the  $O_2$  and  $^{14}C$  methods. - Limnol. Oceanogr. 6, 483-484.
- MC ALLISTER, C.D. and PARSONS, T.R. and STEPHENS, K. and STRICKLAND, J.D.H. 1961: Measurements of primary production in coastal seawater using a large-volume plastic sphere. - Limnol. Oceanogr. 3, 237-258.

- MC ALLISTER, C.D. and SHAH, N. and STRICKLAND, J.D.H. 1964: Marine phytoplankton photosynthesis as a function of light intensity. A comparison of methods. - J. Fish. Res. Bd. Canada 21, 159-181.
- MC MAHON, J.W. 1973: Membrane filter retention - a source of error in the  $^{14}\text{C}$ -method of measuring primary production. - Limnol. Oceanogr. 18, 319-323.
- MITCHELL, S.F. 1971: Phytoplankton productivity in Tomahawk Lagoon, Lake Waipori and Lake Mahinerangi. - Fish. Res. Bull. No. 3, New Zealand Marine Department.
- MOEBIUS, K. und HEINCKE, 1882: Die Fischerei der Ostsee. - Comm. wiss. Unters. D. Meere in Kiel, Jg. 7-11, Berlin.
- MÜLLER, W. 1966 a: Die planktische Primärproduktion in Karpfenteichen unter dem Einfluß verschiedener Phosphatdüngung. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 16, 1333-1339.
- 1966 b: Helldunkelflaschen-Sauerstoffmethode. - Limnologica (Berlin) 4, 281-290.
- MÜLLER, D. und KNÖPP, H. 1971: Zur Messung der Primärproduktion und der biogenen Belüftung in Fließgewässern. 1. Ein Laborvergleich der Meßmethoden. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 56, 49-67.
- MÜNTZ, K. 1966: Stoffwechsel der Pflanzen. - Volk und Wissen, Volkseig. Verlag, Berlin.
- NEB, K.E. 1952: Untersuchungen über Fortpflanzung und Wachstum an den Heringen der westlichen Ostsee (mit besonderer Berücksichtigung der Kieler Förde als Laichgebiet und Fangplatz). - Diss., Kiel.
- NEHRING, D. und SCHULZ, S. und ROHDE, K.-H. 1969: Untersuchungen über die Produktivität der Ostsee. I, Chemisch-biologische Untersuchungen in der mittleren Ostsee und in der Bottensee im April/Mai 1967. - Beitr. Meeresk. 23, 5-36.
- NELLEN, W. 1963: Fischereibiologische und faunistische Brackwasseruntersuchungen in der Schlei, einer Ostseeförde Schleswig-Holsteins. - Diss., Kiel.



- NELLEN, W. 1970 a: Hydrographie und Chemie. - In: G. RHEINHEIMER et al.: Chemische, mikrobiologische und planktonologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung. Kieler Meeresf. 26, 110-111.
- 1970 b: Wasserstoffionenkonzentration. - Ibid. 128-130.
- 1970 c: Phosphorkreislauf. - Ibid. 132-138.
- NELLEN, W. und RHEINHEIMER, G. 1970 a: Einleitung und Literaturzusammenstellung früherer Arbeiten über die Schlei. - Ibid. 105-109.
- 1970 b: Salzgehalt. - Ibid. 123-126.
- OHLE, W. 1953: Die chemische und elektrochemische Bestimmung des molekular gelösten Sauerstoffs der Binnengewässer. - Mitt. Internat. Verein. Limnol. Nr. 3, 1-44.
- 1958: Typologische Kennzeichnung der Gewässer auf Grund ihrer Bioaktivität. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 13, 196-211.
- 1961: Tagesrhythmen der Photosynthese von Planktonbiocoenosen. - Ibid. 14, 113-119.
- 1962: Der Stoffhaushalt der Seen als Grundlage einer allgemeinen Stoffwechseldynamik der Gewässer. - Kieler Meeresf. 18, 107-120.
- OVERBECK, J. 1962: Das Nanoplankton (u-Algen) der Rügensch Brackgewässer als Hauptproduzent in Abhängigkeit vom Salzgehalt. - Kieler Meeresf. 18, 157-171.
- PATTEN, B.C. and NORCROSS, J.J. and YOUNG, D.K. and RUTHERFORD, C.L. 1963: Some experimental characteristics of light and dark bottles. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 18, 335-353.
- PATTEN, B.C. 1968: Mathematical models of plankton production. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 53, 357-408.

- PLATT, T. 1969: The concept of energy efficiency in primary production. - *Limnol. Oceanogr.* 14, 653-659.
- POOLE, H.H. and ATKINS, W.R.G. 1929: Photoelectric measurements of submarine illumination throughout the year. - *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 16, 297-324.
- PRATT, D.M. and BERKSON, N. 1959: Two sources of error in the oxygen light and dark bottle method. - *Limnol. Oceanogr.* 4, 328-334.
- PRINCEN, L.H. and KWOLEK, W.F. 1965: Coincidence corrections for particle size determinations with the Coulter Counter. - *Rev. Scient. Instr.* 36, 646-653.
- QUASIM, S.Z. and BHATTATHIRI, P.M.A. and DERASSY, V.P. 1972: Some problems related to the measurements of primary production using Radiocarbon technique. - *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 57, 535-549.
- QUASIM, S.Z. 1973: Productivity of backwaters and estuaries. - In: B. ZEITZSCHEL (Ed.): *The biology of the Indian Ocean. Ecological Studies*, Vol. 3, 143-154. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.
- RENK, H. 1972: Primary production and chlorophyll content in the Baltic Sea. - *ICES-Paper C.M.* 1972/ L:8.
- RHEINHEIMER, G. 1970: Ammoniak-, Nitrit- und Phosphatgehalt. - In: G. RHEINHEIMER et al.: *Chemische, mikrobiologische und planktologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung.* Kieler Meeresf. 26, 130-132.
- 1970 a: Sauerstoffhaushalt. - *Ibid.* 126-128.
- 1970 b: Bakterienverteilung. - *Ibid.* 150-156.
- 1970 c: Einfluß verschiedener Faktoren auf die Bakterienflora. - *Ibid.* 161-168.
- 1970 d: Zusammenfassung der Ergebnisse. - *Ibid.* 214-215.
- 1971: *Mikrobiologie der Gewässer.* - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- and RHEINHEIMER, G. 1971: Primary production, spatial distribution and distribution of organic matter in the Western Arabian Sea. - *Deep-Sea Res.* 18, 199-209.

- RODHE, W. 1958: Primärproduktion und Seentypen. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 13, 121-141.
- 1965: Standard correlations between pelagic photosynthesis and light. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 18, Suppl., 365-381.
- 1958: The primary production in lakes: some results and restrictions of the  $^{14}\text{C}$ -Method. - Rapp. Proc. - Verb., Cons. perm. int. Explor. Mer 144, 122-128.
- 1971: Evaluation of primary production parameters in Lake Kinneret (Israel). - Paper, presented at the 18th Int. Congress of Limnology in Leningrad, Aug. 19-26, 1971.
- RODHE, W. and VOLLENWEIDER, R.A. and NAUWERCK, A. 1958: The primary production and standing crop of phytoplankton. - In: A.A. BUZZATI-TRAVERSO (Ed.): Perspectives in marine biology, 299-322. Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles.
- RYTHER, J.H. 1954: The ratio of photosynthesis to respiration in marine plankton algae and its effect upon the measurement of productivity. - Deep-Sea Res. 2, 134-139.
- 1956 a: Photosynthesis in the ocean as a function of light intensity. - Limnol. Oceanogr. 1, 61-70.
- 1956 b: The measurement of primary production. - Ibid. 72-84.
- 1963: Geographic variations in productivity. - In: M.N. HILL (Ed.): The Sea, Vol. 2, 347-380. Interscience Publ., New York and London.
- RYTHER, J.H. and VACCARO, R.F. 1954: A comparison of the oxygen and  $^{14}\text{C}$  method of measuring marine photosynthesis. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 20, 25-34.
- and YENTSCH, C.S. 1957: The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. - Limnol. Oceanogr. 2, 281-286.
- and MENZEL, D.W. 1965: On the production, composition and distribution of organic matter in the Western Arabian Sea. - Deep-Sea Res. 12, 199-209.



- RYTHER, J.H. and MENZEL, D.W. and HULBURT, E.M. and LORENZEN, C.I. and CORWIN, N. 1971: Production and utilization of organic matter in Peru coastal current. - *Investigaciones de Pesqueria* 35, 43-59.
- SACHS, L. 1971: Statistische Auswertungsmethoden. - Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.
- SARMA, A.H.V. 1970: The pattern of spring bloom of phytoplankton in the Baltic Sea during 1968 and the mechanism causing its outburst. - ICES-paper, C.M. 1970/ L:9.
- SAUBERER, F. 1962: Empfehlungen für die Durchführung von Strahlungsmessungen an und in Gewässern. - Mitt. Internat. Verein. Limnol. Nr. 11.
- SCHINDLER, D.W. and HOLMGREN, S.K. 1971: Primary production and phytoplankton in the Experimental Lake Area, northwestern Ontario, and other low-carbonate waters, and a liquid scintillation method for determining  $^{14}\text{C}$ -activity in photosynthesis. - J. Fish. Bd. Canada 28, 189-201.
- SCHINDLER, D.W. and COMITA, G.W. 1972: The dependence of primary production upon physical and chemical factors in a small, senescing lake, including the effects of complete winter oxygen depletion. - Arch. Hydrobiol. 69, 413-451.
- SCHINKOWSKI, H. Untersuchungen über den Einfluß einiger produktionsbiologischer Parameter auf die Sichttiefe im Meer. - Diss., Kiel.
- SCHULZE, R. 1970: Strahlungsklima der Erde. - Wiss. Forsch. ber. Bd. 72, Dr. D. Steinkopff Verlag, Darmstadt.
- SCOR 1971: A guide to the measurement of marine primary production under some special conditions. - Final Report of SCOR/IBP-PM Working Group No. 24.
- SEN GUPTA, R. 1972: Photosynthetic production and its regulating factors in the Baltic Sea. - Mar. Biol. 17, 82-92.

- SHELDON, R.W. and PARSONS, T.R. 1967: A practical manual on the use of the Coulter Counter in marine science. - Coulter Electronics Sales Co., Toronto.
- SHIMADA, B.M. 1958: Diurnal fluctuations in photosynthesis rate and chlorophyll-a content of phytoplankton from eastern Pacific waters. - *Limnol. Oceanogr.* 3, 336-339.
- SIMPSON, H.J. and BROCKER, W.S. 1973: A new method for determining the total carbonate ion concentration in saline waters. - *Limnol. Oceanogr.* 18, 426-440.
- SMAYDA, T.J. 1957: Phytoplankton studies in Lower Narragansett Bay. - *Limnol. Oceanogr.* 2, 342-358.
- STEELE, J.H. 1957: A comparison of plant production estimates using  $^{14}\text{C}$  and phosphate data. - *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 36, 233-241.
- 1962: Environmental control of photosynthesis in the sea. - *Limnol. Oceanogr.* 7, 137-150.
- STEELE, J.H. and MENZEL, O.W. 1961: Conditions of maximum primary production in the mixed layer. - *Deep-Sea Res.* 9, 39-49.
- and BAIRD, I.E. 1961: Relations between primary production, chlorophyll and particulate carbon. - *Limnol. Oceanogr.* 6, 68-78.
- 1962: Further relations between primary production, chlorophyll and particulate carbon. - *Ibid.* 7, 42-47.
- STEEMANN NIELSEN, E. 1951: The marine vegetation of the Isefjord. A study on ecology and production. - *Medd. Danm. fiskeri- og havunders.*, Serie: Plankton, V, No. 4, 1-144.
- 1952a: The use of radio-active carbon ( $^{14}\text{C}$ ) for measuring organic production in the sea. - *J. Cons. perm. int. Explor. Mer* 18, 117-140.
- 1952 b: The persistence of aquatic plants to extreme pH values. - *Phys. Plant.* 5, 211-217.

STEEMANN NIELSEN, E. 1958: Light and the organic production in the sea. - Rapp. Proc.-Verb., Cons. perm. int. Explor. Mer 144, 141-148.

1960: Dark fixation of  $\text{CO}_2$  and measurements of organic productivity. With remarks on chemosynthesis. - Phys. Plant. 13, 348-357.

1962: On the maximum quantity of plankton chlorophyll per surface unit of a lake or the sea. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 47, 333-338.

1963: Productivity, definition and measurement. - In: M.N. HILL (Ed.): The Sea, vol 2, 129-164.

1964: Investigations of the rate of primary production at two Danish lightships in the transition area between the North Sea and the Baltic. - Medd. Danm. fiskeri- og havunders., N.S. 4, No. 3, 31-77.

1965: On the determination of the activity in  $^{14}\text{C}$  ampoules for measuring primary production. - Limnol. Oceanogr. 10, 247-252.

STEEMANN NIELSEN, E. and AL KHOLY, A.A. 1956: Use of  $^{14}\text{C}$ -technique in measuring photosynthesis of phosphorus and nitrogen deficient algae. - Phys. Plant. 9, 144-153.

and AABYE JENSEN, E. 1957: Primary oceanic production. The autotrophic production of organic matter in the oceans. - Galathea Report 1, 49-136.

and HANSEN, V. 1959a: Light adaptation in marine phytoplankton populations and its interrelation with temperature. - Phys. Plant. 12, 353-370.

1959 b: Measurement with the  $^{14}\text{C}$  technique of the respiration rates in natural populations of phytoplankton. - Deep-Sea Res. 5, 222-232.

and PARK, T.S. 1964: On the time course in adapting to low light intensities in marine phytoplankton. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 29, 19-24.



- STEWART, K.M. and ROHLICH, G.A. 1967: Eutrophication - a review. - Publicat. No. 34, State Water Quality Control Bd., State of California.
- STRICKLAND, J.D.H. 1958: Solar radiation penetrating the ocean. A review of requirements, data and methods of measurement, with particular reference to photosynthetic productivity. - J. Fish. Res. Bd. Canada 15, 453-493.
- 1960: Measuring the production of marine phytoplankton. - Fish. Res. Bd. Canada, Bull. No. 122.
- 1965 a: Phytoplankton and marine primary production. - Ann. Rev. Microbiol. 19, 127-162.
- 1965 b: Production of organic matter in the primary stages of the marine food chain. - In: J.P. RILEY and G. SKIRROW (Ed.): Chemical oceanography, Academic Press, New York and London, 478-610.
- STRICKLAND, J.D.H. and PARSONS, T.R. 1968: A practical handbook of seawater analysis. - Fish. Res. Bd. Canada, Bull. No. 167.
- SVERDRUP, H. 1953: On conditions for the vernal bloom of phytoplankton. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 18, 287-295.
- TALLING, J.F. 1957: The phytoplankton population as a compound photosynthetic system. - New Phyt. cl. 56, 133-149.
- 1965: The photosynthetic activity of phytoplankton in East African lakes. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 50, 1-32.
- 1966: Photosynthetic behavior in stratified and unstratified lake populations of a planktonic diatom. - J. Ecology 54, 99-127.
- THOMAS, M. 1971: Release of dissolved organic matter from natural populations of marine phytoplankton. - Mar. Biol. 11, 311-323.

- TILZER, M. 1972: Dynamik und Produktivität von Phytoplankton und pelagischen Bakterien in einem Hochgebirgssee (Vorderer Finstertaler See, Österreich). - Arch. Hydrobiol. Suppl. 40, 201-273.
- TOLSTOY, A. 1972: Chlorophyll-a and primary production of phytoplankton in two basins of Lake Mälaren (Lilla Ullevifjärden and Ekoln). - Reports from the National Swedish Environment Prot. Board., Limnological Survey, Uppsala, Meddn. 52.
- UHLMANN, D. 1966: Produktion und Atmung im hypertrophen Teich. Verh. Internat. Verein. Limnol. 16, 934-941.
- UNGEMACH, H. 1960: Sedimentchemismus und seine Beziehungen zum Stoffhaushalt in 40 europäischen Seen. - Diss., Kiel.
- VANDKVALITETSINSTITUTTET 1971: Primaerproduktion 1971 i 5 østjyske fjorde. - Spildevansudvalget. København.
- VATOVA, A. 1961: Primary production in the High Venice Lagoon. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 26, 148-155.
- VERDUIN, J. 1957: Daytime variations in phytoplankton photosynthesis. - Limnol. Oceanogr. 2, 333-336.
- 1960: Phytoplankton communities of Western Lake Erie and the  $\text{CO}_2$  and  $\text{O}_2$  changes associated with them. - Ibid. 5, 372-380.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1956: Das Strahlungsklima des Lago Maggiore und seine Bedeutung für die Photosynthese des Phytoplanktons. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 9, 293-362.
- 1958: Sichttiefe und Produktion (Zusammenfassung). - Verh. Internat. Verein. Limnol. 13, 142-143.
- (Ed.) 1969: A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. - IBP Handbook No. 12, Blackwell, Oxford and Edinburgh.

- VOLLENWEIDER, R.A. and RAVERA, O. 1958: Preliminary observations on the oxygen uptake by some freshwater zooplankters. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 13, 369-390.
- VOLLENWEIDER, R.A. and NAUWERCK, A. 1961: Some observations on the  $^{14}\text{C}$ -method for measuring primary production. - Ibid. 14, 134-139.
- WEBER, E. 1972: Biologische Statistik. - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WIKTOR, K. 1971: The primary production of Szczecin Bay. - Pol. Arch. Hydrobiol. 18, 1-15.
- WINBERG, G.G. 1961: Production primaire lacustre, étudiée à l'aide de trois méthodes: d'oxygène, du carbone radioactif et de la chlorophylle. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 14, 109-112.
- 1966: Limnologische Grundlagen der Binnenfischerei. - Ibid. 16, 1135-1144.
- WITTIG, H. 1940: Über die Verteilung des Kalziums und der Alkalinität in der Ostsee. - Kieler Meeresf. 3, 460-496.
- WROBEL, S. 1965: Causes and consequences of pond eutrophication (Polnisch mit englischer Zusammenfassung). - Acta Hydrobiol. 7, 27-52.
- YENTSCH, C.S. and RYTHER, J.H. 1957: Short-term variation in phytoplankton chlorophyll and their significance. - Limnol. Oceanogr. 2, 140-142.
- 1958: Relative significance of the net phytoplankton and nanoplankton in the waters of Vineyard Sound. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 24, 231-238.
- ZEITZSCHEL, B. 1970: The quantity, composition and distribution of suspended particular matter in the Gulf of California. - Mar. Biol. 7, 305-318.



Abbildungsverzeichnis:

|  | Seite |
|--|-------|
| 1: Die Untersuchungsgewässer   | 7     |
| 2: Jahresgang der Wassertemperatur   | 23    |
| 3: Jahresgang des Salzgehalts  | 24    |
| 4: Sauerstoffgehalt und -sättigung   | 26    |
| 5: Jahresgang des pH und des SBV   | 28    |
| 6: Gesamtkohlendioxidgehalt  | 31    |
| 7: Chlorophyll-a-Gehalt und Seston   | 32    |
| 8: Coulter-Counter-Volumina (Partikel: 2 - 80 $\mu\text{m}$ $\emptyset$ )                            | 36    |
| 9: Jahresgang der Sichttiefe   | 39    |
| 10: Vertikale Lichtverteilung  | 40    |
| 11: Hauptkomponenten des Netzplanktons   | 45    |
| 12: Hauptgruppen des Utermöhl-Phytoplanktons   | 46    |
| 13: "  | 47    |
| 14: Vertikalprofile der Primärproduktion (Monatsmittel)  | 51    |
| 15: "  | 52    |
| 16: "  | 53    |
| 17: Jahresgang der Primärproduktion in den Meßtiefen   | 54    |
| 18: Produktion in der Tiefe maximaler Photosynthese  | 56    |
| 19: Primärproduktion pro Chlorophyllleinheit   | 58    |
| 20: Jahresgang der Primärproduktion unter der Flächen-<br>einheit und der der Respiration            | 72    |
| 21: Erklärung von Begriffen der Produktionsmessung   | 73    |
| 22: Tageswerte der Primärproduktion, Stat. Weseby 1971   | 74    |
| 23: " " " 1972   | 75    |
| 24: " " " "  | 76    |
| 25: " " Fahrdorf "   | 77    |
| 26: " " Sieseby "  | 78    |
| 27: " " Rabelsund "  | 79    |
| 28: " " Windeby "  | 80    |
| 29: Erneuerungszeiten der Phytoplanktonbiomasse  | 84    |
| 30: Ausnutzung der Sonnenenergie   | 86    |
| 31: Beziehungen zwischen produktionsbiol. Parametern   | 97    |
| 32: "  | 98    |
| 33: "  | 99    |
| 34: Primärproduktion nach vollständigen Vertikalserien<br>und berechnet aus Pmax und Lichtverteilung | 104   |
| 35: Primärproduktion nach In-Situ-Messungen und berechnet<br>aus Chlorophyll und Lichtverteilung     | 105   |

DATENANHANG

| <u>Inhalt:</u>              |      | Seite |
|-----------------------------|------|-------|
| - Produktionsbiologie       |      |       |
| Station Fahrdorf            | 1972 | 137   |
| " Weseby                    | 1971 | 141   |
| " Weseby                    | 1972 | 148   |
| " Sieseby                   | "    | 158   |
| " Rabelsund                 | "    | 162   |
| " Windeby                   | "    | 166   |
| - Lichtverteilung im Wasser |      | 168   |
| - Globalstrahlung           |      | 169   |
| - Phytoplanktonzählungen    |      | 171   |

Erläuterung:

- In den Tabellen der hydrografischen Parameter bedeuten:

- 1 Wert neben der Uhrzeit: aus der Mittelschicht der Wassersäule
- 2 Werte untereinander : aus der Oberschicht  
                                  aus der Unterschicht
- 3 Werte untereinander : aus der Oberschicht  
                                  aus der Mittelschicht  
                                  aus der Unterschicht
- s : aus der obersten Sedimentschicht  
     bzw. aus der untersten Wassersch.
- / : gleichmäßig in der Wassersäule
- u : aus der Unterschicht
- o : aus der Oberschicht

- Die Ziffern im Kopfteil der Spalten bedeuten:

- 1 : Datum
- 2 : Uhrzeit
- 3 : Temperatur, °C
- 4 : Salzgehalt, ‰ S
- 5 : Sichttiefe, cm
- 6 : Chlorophyll a, µg/l
- 7 : Säurebindungsvermögen, mval
- 8 : Sauerstoffgehalt, mg/l
- 9 : Seston, mg/l
- 10 : Wasserstoffionenkonzentration
- 11 : Gesamtkohlensäure, nach HÜBEL, mgC/l
- 12 : " " " " BUCH, "
- 13 : Inkubationszeit
- 14 : µm-Fraktion, o = aus der Oberschicht, u = aus der Unterschicht, ohne Zahl = unfiltriert (<sup>14</sup>C-Serien immer mit der größeren Fraktion)
- 15 -
- 21 : Tiefen der Primärproduktionsmessung: 10 - 25 - 50 - 75 - 100 - 150 - 250 cm. Angegeben sind : mg C/m<sup>3</sup>/Inkubationszeit (brutto).
- 22 : ,Respiration bzw. Dunkel-CO<sub>2</sub>-Fixierung bei <sup>14</sup>C-Serien, mg C/m<sup>3</sup>/Inkubationszeit
- 23 : 450-cm-Tiefe im Windebyer Noor



## Fahrdorf (1972)

| Datum<br>1 | Uhrzeit<br>2 | OC <sub>1</sub><br>3 | S <sub>0</sub> /100<br>4 | Seethi<br>5 | Chl.a<br>6/mg/L | SBV<br>7 | O <sub>2</sub> mg/L<br>8 | Seeton<br>9 | pH<br>10 | 11 |
|------------|--------------|----------------------|--------------------------|-------------|-----------------|----------|--------------------------|-------------|----------|----|
| 4. 2.      | 11           | 1,1/                 | 9,3 <sup>0</sup>         | 220         | 19              | 3,5      | 8,8/                     | myl         | 7,9      |    |
|            |              |                      | 12,8 <sup>u</sup>        |             | 16              | 3,1      |                          |             |          |    |
| 13. 2.     | 12           | 1,5                  | 8,2 <sup>0</sup>         | 110         | 18/             | 3,5      | 8,9                      |             |          |    |
|            |              | 1,4                  | 12,2 <sup>u</sup>        |             |                 | 3,2      | 7,9                      |             |          |    |
| 19. 2.     | 12           | 0,7                  | 4,2 <sup>0</sup>         | 110         | 8               | 3,4      | 8,4                      |             |          |    |
|            |              | 1,8                  | 11,6 <sup>u</sup>        |             |                 | 3,2      | 5,7                      |             |          |    |
| 9. 3.      | 11           | 2,6/                 | 4,2 <sup>0</sup>         | 90          | 61              | 3,1/     | 20,2                     | 18          | 8,9      |    |
|            |              | 2,2s                 | 6,2 <sup>u</sup>         |             | 40              |          | 20,3                     |             | 8,6      |    |
| 17. 3.     | 10           | 3,4                  | 6,9/                     | 115         | 60              | 3,2      | 15,1                     | 15          | 8,6/     |    |
|            |              | 3,3                  |                          |             | 54              |          | 15,2                     |             |          |    |
| 25. 3.     | 11           | 6,8                  | 4,8 <sup>2</sup>         | 61          | 223             | 3,3      | 15,3                     | 24          |          |    |
|            |              | 6,4                  |                          |             |                 |          | 14,1                     |             |          |    |
| 31. 3.     | 11           | 5,9/                 | 6,8                      | 80          | 165             | 3,2      | 11,6                     |             |          |    |
| 8. 4.      | 10           | 8,1/                 | 6,6                      | 70          | 157             | 3,2      | 10,7                     | 38          | 8,8      |    |
| 16. 4.     | 9            | 9,4/                 | 5,2/                     | 65          | 113             | 3,2      | 10,4                     | 26          | 8,8      |    |
|            | 19           |                      |                          |             |                 |          | 9,3                      |             |          |    |
| 22. 4.     | 10           | 8,8/                 | 5,1/                     | 70          | 132             | 3,2      | 12,5/                    | 34          | 8,6      |    |
| 29. 4.     | 11           | 9,0/                 | 5,7 <sup>0</sup>         | 59          | 249             | 3,2      | 12,7                     | 34          | 8,8      |    |
|            |              |                      | 6,8 <sup>u</sup>         |             |                 |          |                          |             |          |    |
| 6. 5.      | 11           | 12,6/                | 5,3/                     | 40          | 426             | 3,2      | 12,2                     | 58          | 9,2      |    |
| 12. 5.     | 10           | 13,4                 | 5,3/                     | 48          | 435             | 3,4      | 10,5                     | 75          | 9,5      |    |
|            |              | 13,3                 |                          |             |                 |          | 10,3                     |             |          |    |
| 20. 5.     | 11           | 13,4/                | 5,2/                     | 50          | 322             | 2,7      | 12,5                     | 65          | 9,9      |    |
| 27. 5.     | 10           | 13,8/                | 5,4/                     | 30          | 532             | 2,7      | 8,7                      | 100         | 9,6      |    |
| 3. 6.      | 11           | 14,9                 | 5,4                      | 45          | 364             | 2,6      | 16,1                     | 49          | 9,95     | 10 |
|            |              | 13,4                 | 6,2                      |             |                 |          | 8,1                      |             | 9,7      |    |
| 10. 6.     | 12           | 16,6                 | 5,3                      | 60          | 266             |          | 12,6                     | 52          |          | 10 |
|            |              | 16,4                 | 5,4                      |             | 293             |          | 10,1                     |             |          |    |
|            | 20           |                      |                          |             |                 | 2,8      |                          |             | 10,00    |    |
| 17. 6.     | 13           | 12,7                 | 5,3                      | 75          | 150             | 2,75     | 5,2u                     | 25          | 9,9      | 14 |
|            |              | 17,2                 | 6,3                      |             |                 |          |                          |             |          |    |
|            |              | 16,2s                |                          |             |                 |          |                          |             |          |    |
| 24. 6.     | 13           | 15,5/                | 5,6/                     | 70          | 122             | 2,9      | 8,7                      | 35          | 9,4      | 24 |
|            |              |                      |                          |             |                 |          | 8,4                      |             |          |    |
| 1. 7.      | 12           | 18,3/                | 5,8                      | 70          | 128             | 2,9      | 10,1/                    | 25          | 9,4      | 16 |
|            |              |                      | 6,3                      |             | 155             |          |                          |             | 9,3      |    |
| 8. 7.      | 13           | 19,3/                | 5,8                      | 50          | 166             | 3,0      | 10,9u                    | 34          | 9,4      | 14 |
|            |              |                      | 10,5                     |             | 171             |          |                          |             |          |    |
| 15. 7.     | 9            | 19,8                 | 5,7                      | 52          | 138             | 2,9      | 14,7                     | 35          | 9,7      | 20 |
|            |              | 18,7                 | 6,5                      |             | 150             |          | 8,3                      |             | 9,4      |    |
| 19. 7.     | 12           | 23,5                 | 6,2/                     | 52          | 154             | 3,0      | 14,2                     |             | 9,1      |    |
|            |              | 22,4                 |                          |             |                 |          | 13,0                     |             |          |    |
|            | 20           |                      |                          |             |                 |          |                          |             | 10,05    |    |
| 1. 8.      | 12           | 20,1                 |                          |             | 121             |          | 9,3                      |             | 9,4      |    |
|            |              | 19,6                 |                          |             |                 |          | 8,1                      |             |          |    |
| 5. 8.      | 12           | 18,6/                | 5,9/                     | 43          | 194             | 3,0      | 10,7                     | 60          | 9,2      | 21 |
| 12. 8.     | 13           | 21,6                 | 5,8/                     | 43          | 181             | 3,1      | 16,6                     | 47          | 9,9      | 14 |
|            |              | 19,4                 |                          |             |                 |          | 9,5                      |             | 9,7      |    |
| 19. 8.     | 13           | 18,0                 | 5,7/                     | 43          | 209             | 3,05     | 11,6                     | 66          | 9,7      | 19 |
|            |              | 17,9                 |                          |             |                 |          | 9,2                      |             |          |    |
| 26. 8.     | 13           | 17,5                 | 6,1                      | 55          | 133             | 3,1      | 13,0                     | 44          | 9,8      | 15 |
|            |              | 16,6                 | 6,3                      |             |                 |          | 10,6                     |             | 9,6      |    |
| 2. 9.      | 12           | 18,1                 | 6,5                      | 56          | 129             | 3,1      | 9,2/                     | 40          | 9,9      | 12 |
|            |              | 17,9                 | 6,3                      |             |                 |          |                          |             |          |    |
|            |              | 17,1s                |                          |             |                 |          |                          |             |          |    |

## Fahrdorf (1972)

| Datum<br>1 | Uhrzeit<br>2 | OC<br>3 | SG<br>4 | Secchi<br>5 | Chla<br>6 µg/L | 7    | O <sub>2</sub> mg/L<br>8 | Seston<br>9 | pH<br>10 | 11 |
|------------|--------------|---------|---------|-------------|----------------|------|--------------------------|-------------|----------|----|
| 9. 9.      | 13           | 19,7    | 6,3     | 68          | 71             | 3,15 | 10,2                     | 28          | 9,8      | 14 |
|            |              | 17,8    | 6,8     |             |                |      | 0,0                      |             | 9,5      |    |
| 16. 9.     | 13           | 14,0    | 6,2     | 68          | 98             | 3,15 | 11,5                     | 27          | 9,6      | 13 |
|            |              | 14,4    | 7,2     |             |                |      | 7,4                      |             |          |    |
| 23. 9.     | 13           | 13,5    | 6,3/    | 60          | 105            | 3,2  | 10,2/                    | 14          | 9,6      | 18 |
|            |              | 13,4    |         |             |                |      |                          | (51)        |          |    |
| 30. 9.     | 13           | 11,9    | 6,5     | 75          | 96             | 3,1  | 10,9                     | 22          | 9,2      | 17 |
|            |              | 12,2    | 7,4     |             |                |      | 3,1                      |             | 9,5      |    |
| 7.10.      | 13           | 11,4    | 6,4     | 80          | 62             | 3,15 | 11,9                     | 27          | 9,4      | 25 |
|            |              | 11,5    | 6,9     |             |                |      | 2,7                      |             |          |    |
| 14.10.     | 12           | 11,1/   | 6,6     | 84          | 67             | 3,2  | 13,5                     | 18          | 9,4      | 11 |
|            |              |         | 7,3     |             |                |      | 7,0                      |             |          |    |
| 21.10.     | 13           | 8,4     | 7,2     | 80          | 81             | 3,1  | 9,9u                     | 21          | 9,3      | 20 |
|            |              | 8,6     | 7,5     |             |                |      |                          |             |          |    |
| 29.10.     | 12           | 8,4/    | 6,9     | 115         | 63             | 3,1  | 11,5                     | 11          | 9,1      | 30 |
|            |              |         | 7,5     |             |                |      | 10,2                     |             |          |    |
| 4.11.      | 12           | 9,6/    | 7,2/    | 115         | 78             | 3,05 | 10,6                     | 12          | 9,0      | 31 |
|            |              |         |         |             |                |      | 8,0                      |             |          |    |
| 12.11.     | 12           | 7,6/    | 7,1/    | 50          | 147            | 3,05 | 9,9                      | 68          | 8,5      | 30 |
|            |              | 7,8s    |         |             |                |      |                          |             |          |    |
| 18.11.     | 12           | 4,1     | 5,5     | 105         | 48             | 3,1  | 11,1                     | 13          | 8,3      | 33 |
|            |              | 5,3s    | 7,7     |             |                |      | 10,7                     |             |          |    |
| 25.11.     | 12           | 3,4     | 5,9     | 145         | 30             | 3,0  | 11,4                     | 10          | 8,2      | 28 |
|            |              | 4,0     | 8,5     |             |                |      | 10,9                     |             |          |    |
| 4.12.      | 12           | 5,6/    | 6,9     | 118         | 38             | 3,0  | 11,0                     | 16          | 8,2      | 25 |
|            |              |         | 9,4     |             |                |      | 11,7                     |             |          |    |
| 9.12.      | 13           | 5,9     | 7,0     | 120         | 34             | 3,0  | 10,9                     | 14          | 8,2      | 40 |
|            |              | 6,0     | 7,5     |             |                |      | 10,5                     |             |          |    |
| 18.12.     | 11           | 5,6     | 7,8u    | 170         | 13             | 3,1  | 10,9                     | 8           | 8,1      | 36 |
|            |              | 6,3     |         |             | 19             |      | 9,1                      |             |          |    |
| 27.12.     | 11           | 2,5     | 6,3     | 200         | 14             | 3,2  | 9,9                      | 6           | 8,8      | 37 |
|            |              | 3,8     | 7,5     |             |                |      | 5,9                      |             |          |    |

## Fahrdorf (1972)

| 1      | 13          | 14   | <sup>10</sup><br>15 | <sup>25</sup><br>16 | <sup>50</sup><br>17 | <sup>75</sup><br>18 | <sup>100</sup><br>19 | <sup>150</sup><br>20 | <sup>250</sup><br>21 | 22  |
|--------|-------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----|
| 13. 2. | 11.25-16.35 | 100  | 57                  | 47                  | 19                  | 13                  | 12                   | 5                    | 4                    | 17  |
| 9. 9.  | 10.35-16.45 | 200o | 1442                | 922                 | 525                 | 221                 | 138                  | 83                   | 48                   | 125 |
|        | 10.45-16.55 | 200u | 1450                | 934                 | 490                 | 275                 | 138                  | 61                   | 48                   | 115 |
| 17. 3. | 9.30-16.25  | 200  | 354                 | 808                 | 852                 | 861                 | 788                  | 431                  | 121                  | 127 |
|        | 9.40-16.15  | 200  | 396                 | 760                 | 817                 | 816                 | 754                  | 396                  | 83                   | 121 |
| 25. 3. | 10.40-16.45 | 20   | 2772                | 3642                | 2925                | 1365                | 692                  | 166                  | 29                   | 233 |
|        | 10.30-16.35 | 200  | 2948                | 3621                |                     | 1321                | 632                  | 163                  | 51                   | 255 |
| 31. 3. | 10.50-17.30 | 200  | 2182                | 1723                | 957                 | 351                 | 191                  | 73                   | 45                   | 201 |
| 8. 4.  | 9.35-17.25  | 20   | 1792                | 2102                | 1353                | 536                 | 226                  | 67                   | 22                   | 211 |
|        | 9.45-17.35  | 200  | 1691                | 2323                | 1649                | 721                 | 281                  | 70                   | 41                   | 230 |
| 16. 4. | 8.30-18.45  | 20   | 2313                | 2112                | 1397                | 608                 | 297                  | 77                   | 0                    | 182 |
|        | 8.35-18.55  | 200  | 2351                | 2204                | 1429                | 705                 | 335                  | 89                   | 26                   | 207 |
| 22. 4. | 9.50-18.25  | 20   | 1062                | 1936                | 1541                | 810                 | 399                  | 121                  | 32                   | 160 |
|        | 10.00-18.35 | 200  | 1302                | 1968                | 1589                | 880                 | 399                  | 121                  | 38                   | 169 |
| 29. 4. | 10.20-17.45 | 20   | 3212                | 2259                | 960                 | 373                 | 198                  | 89                   | 70                   | 150 |
|        | 10.25-17.55 | 200  | 3193                | 2185                | 1069                | 408                 | 179                  | 83                   | 54                   | 160 |
| 6. 5.  | 10.15-18.05 | 20   | 5206                | 4744                | 2255                | 577                 | 262                  | 179                  | 160                  | 274 |
|        | 10.25-18.12 | 200  | 5696                | 5152                | 2054                | 533                 | 295                  | 102                  | 57                   | 285 |
| 13. 5. | 9.10-17.35  | 200o | 5918                | 6339                | 2415                | 785                 | 331                  | 207                  | 163                  | 361 |
|        | 9.20-17.45  | 200u | 6026                | 5327                | 2255                | 628                 | 469                  | 236                  | 150                  | 322 |
| 20. 5. | 10.30-19.05 | 20   | 3726                | 3247                | 1697                | 568                 | 274                  | 147                  | 77                   | 284 |
|        | 10.40-18.55 | 200  | 3273                | 2820                | 1621                | 494                 | 171                  | 77                   | 61                   | 240 |
| 27. 5. | 9.50-18.50  | 200  | 5918                | 2098                | 405                 | 128                 | 131                  | 89                   | 96                   | 345 |
|        | 10.00-19.00 | 200  | 5953                |                     | 370                 | 134                 | 115                  | 108                  | 67                   | 351 |
| 3. 6.  | 10.00-19.35 | 55   | 3244                | 2660                | 1094                | 380                 | 157                  | 121                  | 38                   | 345 |
|        | 10.10-19.45 | 200  | 3461                | 2590                | 887                 | 293                 | 169                  | 86                   | 86                   | 341 |
| 10. 6. | 12.00-20.15 | 200o | 3162                | 3133                | 1649                | 635                 | 306                  | 86                   | 20                   | 382 |
|        | 12.10-20.22 | 200u | 3512                | 3442                | 2121                | 813                 | 306                  | 96                   | 70                   | 351 |
| 17. 6. | 12.35-20.55 | 200o | 1573                | 1790                | 1410                | 810                 | 415                  | 69                   | 0                    | 341 |
|        | 12.50-20.45 | 200  | 1505                | 2144                | 1844                | 1171                | 558                  | 236                  | 64                   | 348 |
| 24. 6. | 12.20-20.45 | 20   | 348                 | 542                 | 466                 | 249                 |                      | 32                   | 3                    | 150 |
|        | 12.42-20.53 | 200  | 1206                | 1605                | 1400                | 938                 | 472                  | 195                  | 0                    | 204 |
| 1. 7.  | 12.05-20.40 | 200u | 2609                | 2026                | 1139                | 443                 | 230                  | 83                   | 38                   | 278 |
|        | 12.14-20.57 | 200o |                     | 2137                | 1030                | 440                 | 195                  | 61                   | 64                   | 278 |
| 8. 7.  | 12.25-20.10 | 200o | 2909                | 2546                | 967                 | 335                 | 156                  | 54                   | 57                   | 383 |
|        | 12.35-20.20 | 200u | 2922                | 2511                | 963                 | 268                 | 124                  | 64                   | 57                   | 380 |
| 15. 7. | 7.50-17.10  | 200o | 3263                | 3633                | 3901                | 1968                | 743                  | 178                  | 93                   | 463 |
|        | 8.05-17.20  | 200u | 3184                | 4013                | 4083                | 2306                | 772                  | 134                  | 51                   | 380 |
| 19. 7. | 11.20-20.25 | 200  | 2912                | 3251                | 3186                | 1710                | 635                  | 166                  | 144                  | 683 |
| 1. 8.  | 11.50-20.00 | 200  | 2545                | 2925                | 2326                | 1171                | 479                  | 112                  | 10                   | 309 |
| 5. 8.  | 11.45-20.10 | 55   | 1340                | 1062                | 370                 | 121                 | 70                   | 35                   | 45                   | 166 |
|        | 11.55-20.20 | 200  | 3710                | 3888                | 1142                | 92                  | 131                  | 73                   | 61                   | 300 |
| 12. 8. | 12.10-19.55 | 55   | 666                 | 779                 | 507                 | 143                 | 73                   | 76                   | 60                   | 220 |
|        | 12.25-20.03 | 200  | 1598                | 2437                | 1461                | 395                 | 194                  | 96                   | 47                   | 331 |
| 19. 8. | 12.10-19.47 | 200o | 2592                | 3799                | 2175                | 606                 | 143                  | 0                    | 0                    | 248 |
|        | 12.20-19.55 | 200u | 2737                | 3789                | 2105                | 632                 | 130                  | 0                    | 0                    | 239 |
| 26. 8. | 12.03-19.30 | 200  | 1467                | 2375                | 1700                | 616                 | 249                  | -3                   | 29                   | 191 |
|        | 12.19-19.35 | 55   | 887                 | 1148                |                     | 348                 | 96                   | 13                   | 0                    | 102 |
| 2. 9.  | 12.05-19.15 | 200o | 1493                | 2462                | 2105                | 1145                | 475                  | 124                  | 41                   | 258 |
|        | 12.20-19.22 | 200u | 826                 | 2379                | 1878                | 890                 | 411                  | 102                  | 25                   | 191 |
| 9. 9.  | 12.10-18.45 | 200  | 1021                | 1298                | 1123                | 785                 | 402                  | 115                  | 0                    | 217 |
|        | 12.20-18.52 | 55   | 514                 | 695                 | 618                 | 386                 | 230                  | 73                   | 26                   | 135 |
| 16. 9. | 12.40-18.36 | 200  | 558                 | 1327                | 1327                | 893                 | 514                  | 134                  | 41                   | 134 |
|        | 12.22-18.44 | 55   | 351                 | 715                 | 705                 | 488                 | 246                  | 64                   | 32                   | 80  |
| 23. 9. | 12.30-18.33 | 55   | 307                 | 703                 |                     |                     |                      |                      |                      |     |
|        | 12.37-18.43 | 200  | 619                 | 1183                | 1075                | 705                 | 348                  | 112                  | 35                   | 169 |



## Fahrdorf (1972)

| 1      | 13          | 14   | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21 | 22  |
|--------|-------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 14.10. | 11.55-17.40 | 55   | 868 | 931 | 813 | 581 | 164 | 131 | 29 | 112 |
|        | 12.10-17.35 | 200  | 823 | 919 | 801 | 593 | 357 | 144 | 35 | 99  |
| 21.10. | 12.15-17.18 | 55   | 466 | 635 | 568 | 408 | 223 | 61  | 15 | 89  |
|        | 12.30-17.22 | 200  | 504 | 657 | 533 | 421 | 242 | 83  | 13 | 73  |
| 29.10. | 12.05-17.00 | 55   | 488 | 453 | 322 | 214 | 131 | 61  | 26 | 61  |
|        | 12.17-17.10 | 200  | 504 | 437 | 313 | 207 | 128 | 57  | 19 | 54  |
| 4.11.  | 12.00-16.15 | 55   | 880 | 727 | 498 | 290 | 163 | 73  | 13 | 64  |
|        | 12.13-16.43 | 200  | 874 | 740 |     | 258 | 163 | 67  | 23 | 64  |
| 12.11. | 11.35-16.01 | 55   | 471 | 352 | 147 | 51  | 22  | 13  | 19 | 57  |
|        | 11.45-16.07 | 200  | 539 | 434 | 166 | 41  | 13  | 3   | 0  | 54  |
| 18.11. | 11.59-16.22 | 55   | 150 | 102 | 172 | 121 | 83  | 32  | 0  | 32  |
|        | 11.45-16.14 | 200  | 191 | 223 | 201 | 166 | 108 | 48  | 13 | 45  |
| 25.11. | 11.43-16.01 | 55   | 150 | 166 | 150 | 121 | 80  | 41  | 16 | 32  |
|        | 11.54-16.09 | 200  | 153 | 179 | 153 | 115 | 86  | 45  | 16 | 32  |
| 4.12.  | 11.30-15.41 | 55   | 172 | 166 | 134 | 96  | 54  | 33  | 10 | 32  |
|        | 11.15-15.31 | 200  | 188 | 179 | 131 | 89  | 64  | 22  | 6  | 22  |
| 9.12.  | 11.40-15.51 | 55   | 67  | 61  | 37  | 22  | 13  | 9   | 9  | 26  |
|        | 11.55-15.57 | 200  | 61  | 54  | 32  | 22  | 13  | 3   | 0  | 22  |
| 18.12. | 10.37-16.08 | 55   | 64  | 64  | 41  | 35  | 36  | 18  | 10 | 28  |
|        | 10.24-16.02 | 200  | 67  | 70  | 57  | 41  | 38  | 19  | 3  | 28  |
|        | 10.53-16.17 | 200u | 73  | 61  | 54  | 41  | 15  | 16  | 6  | 16  |
| 27.12. | 10.43-15.44 | 55   | 32  | 54  | 48  | 48  | 35  | 29  | 10 | 32  |
|        | 10.28-15.41 | 200  | 54  | 57  | 48  | 41  | 38  | 22  | 3  | 32  |

## Weseby (1971)

| 1        | 2  | 3     | 4    | 5   | 6 | 7 | 8     | 9 | 10 | 11 |
|----------|----|-------|------|-----|---|---|-------|---|----|----|
| 16.12.70 |    | 3,4   | 6,3  |     |   |   |       |   |    |    |
| 23.12.   |    | 1,5   | 6,7  |     |   |   |       |   |    |    |
| 29.12.   |    | 0,8   | 7,5  |     |   |   |       |   |    |    |
| 30.12.   |    | 1,3   | 7,5  |     |   |   |       |   |    |    |
| 8. 1.    | 10 |       |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 31. 1.   | 12 | 2,6/  | 6,6  | 200 |   |   | 13,70 |   |    |    |
|          |    |       | 8,0  |     |   |   |       |   |    |    |
| 5. 2.    | 12 | 2,5   | 6,3  | 120 |   |   | 13,10 |   |    |    |
|          |    | 3,1   | 6,5  |     |   |   |       |   |    |    |
| 6. 2.    | 12 | 3,2/  | 6,3/ |     |   |   |       |   |    |    |
| 14. 2.   | 9  | 2,9   | 6,80 |     |   |   |       |   |    |    |
| 16. 2.   | 13 | 3,7   |      | 150 |   |   | 12,50 |   |    |    |
| 17. 2.   | 13 | 4,0   | 5,9  | 150 |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 3,8   | 7,1  |     |   |   |       |   |    |    |
| 21. 2.   | 11 | 3,4/  | 6,9/ |     |   |   |       |   |    |    |
| 24. 2.   | 8  |       | 6,4/ |     |   |   | 13,10 |   |    |    |
| 1. 3.    | 12 | 0,7   | 6,9  |     |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 1,0   | 7,7  |     |   |   |       |   |    |    |
| 21. 3.   | 16 | 4,1   | 7,0  | 140 |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 3,2   | 7,6  |     |   |   |       |   |    |    |
| 2. 4.    | 12 | 5,00  |      | 90  |   |   |       |   |    |    |
| 9. 4.    | 16 | 5,2   | 6,5  | 120 |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 6,5   | 6,8  |     |   |   |       |   |    |    |
| 12. 4.   | 11 | 6,70  |      | 100 |   |   |       |   |    |    |
| 13. 4.   | 11 | 8,00  |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 23. 4.   | 11 | 10,4/ |      | 90  |   |   |       |   |    |    |
| 2. 5.    | 16 | 9,5   |      | 50  |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 8,9   |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 14. 5.   | 10 | 16,2  |      | 50  |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 14,8  |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 15. 5.   | 8  | 16,7  | 6,3  |     |   |   | 13,7  |   |    |    |
|          |    | 16,1  | 6,4  |     |   |   | 12,2  |   |    |    |
|          | 13 | 17,1/ |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 20. 5.   | 13 | 20,0  | 6,00 | 55  |   |   |       |   |    |    |
| 22. 5.   | 12 | 17,5  |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 30. 5.   | 12 | 15,5  | 6,6  | 55  |   |   | 16,3  |   |    |    |
|          |    | 13,4  | 6,7  |     |   |   | 11,1  |   |    |    |
|          | 18 | 14,20 | 6,7  |     |   |   |       |   |    |    |
| 31. 5.   | 10 | 15,0  |      |     |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 13,5  |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 9. 6.    | 6  | 18,0  | 6,5/ | 60  |   |   |       |   |    |    |
|          |    | 17,7  |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 20. 6.   | 5  | 13,9  | 6,3  | 70  |   |   | 10,5  |   |    |    |
|          |    | 13,7  |      |     |   |   | 8,4   |   |    |    |
|          | 12 | 14,3  |      |     |   |   | 13,0  |   |    |    |
|          |    | 13,7  |      |     |   |   | 10,7  |   |    |    |
| 26. 6.   | 12 | 17,0  | 6,2/ |     |   |   | 14,3  |   |    |    |
|          |    | 16,8  |      |     |   |   | 15,0  |   |    |    |
|          | 20 | 17,2  |      |     |   |   | 16,5  |   |    |    |
|          |    | 17,0  |      |     |   |   | 16,2  |   |    |    |
| 27. 6.   | 5  | 17,0  | 6,1  | 62  |   |   | 13,4/ |   |    |    |
|          |    | 16,7  |      |     |   |   |       |   |    |    |
| 3. 7.    | 12 | 19,2  | 6,0/ |     |   |   | 13,8  |   |    |    |
|          |    | 17,7  |      |     |   |   | 9,7   |   |    |    |
|          |    | 17,1  |      |     |   |   |       |   |    |    |

## Weseby (1971)

| 1      | 2  | 3                    | 4                 | 5  | 6   | 7 | 8                   | 9 | 10 | 11 |
|--------|----|----------------------|-------------------|----|-----|---|---------------------|---|----|----|
| 3. 7.  | 21 | 19,7<br>17,4         |                   |    |     |   | 10,8<br>7,3         |   |    |    |
| 4. 7.  | 12 | 21,1<br>18,6<br>17,8 | 5,8<br>6,0        | 45 |     |   | 21,7<br>9,5         |   |    |    |
| 8. 7.  | 21 | 24,8<br>24,8<br>24,7 | 5,9/              | 47 |     |   | 20,4<br>20,8        |   |    |    |
| 9. 7.  | 21 | 24,4<br>22,7<br>19,8 | 5,9<br>6,1<br>6,4 | 55 |     |   | 19,4<br>3,9         |   |    |    |
| 10. 7. | 3  | 24,0<br>23,1         | 5,8<br>6,1        |    |     |   | 18,2<br>16,9        |   |    |    |
|        | 12 | 27,3<br>24,2<br>20,2 | 5,8<br>5,9        |    |     |   | 22,8<br>7,9         |   |    |    |
| 14. 7. | 20 | 18,2                 | 6,1/              |    |     |   |                     |   |    |    |
| 15. 7. | 11 | 18,5/                |                   | 35 |     |   | 6,9/                |   |    |    |
|        | 19 | 18,3/                |                   |    | 185 |   |                     |   |    |    |
| 19. 7. | 16 | 16,2/                | 6,6/              | 37 |     |   |                     |   |    |    |
| 20. 7. | 17 |                      | 6,5/              | 47 | 177 |   | 10,4                |   |    |    |
| 22.7.  | 9  | 16,7                 |                   |    |     |   | 12,3                |   |    |    |
|        | 16 | 17,2<br>17,0         | 6,2<br>6,5        |    |     |   | 11,5<br>11,9/       |   |    |    |
| 23. 7. | 9  | 17,2<br>16,7         |                   |    | 170 |   |                     |   |    |    |
|        | 15 | 18,50                |                   | 40 |     |   |                     |   |    |    |
| 24. 7. | 8  | 17,5<br>16,6         | 6,5/              |    | 170 |   | 11,40               |   |    |    |
|        | 15 | 17,8/                |                   |    |     |   |                     |   |    |    |
| 25. 7. | 9  | 17,8<br>17,8<br>16,8 |                   |    |     |   | 4,8u<br>10,7<br>4,7 |   |    |    |
|        | 15 | 19,2<br>18,3<br>16,7 |                   |    |     |   | 13,8<br>8,3         |   |    |    |
| 30. 7. | 10 | 21,7<br>18,6         | 6,7<br>8,0        | 55 |     |   | 15,2<br>1,9         |   |    |    |
|        | 18 | 21,3/                | 6,5/              |    | 87  |   | 14,5<br>14,3        |   |    |    |
| 31. 7. | 10 | 21,1<br>20,8<br>18,1 | 6,6<br>9,1        |    |     |   |                     |   |    |    |
|        | 17 | 21,8<br>21,6<br>18,9 | 6,8<br>8,5        |    |     |   | 14,0<br>11,3<br>9,2 |   |    |    |
| 4. 8.  | 20 |                      |                   |    |     |   | 9,3                 |   |    |    |
| 5. 8.  | 11 | 21,2<br>20,6         | 6,7<br>7,1        | 40 | 132 |   | 8,6<br>8,1          |   |    |    |
|        | 16 | 21,4<br>21,2         | 7,1<br>7,3        |    |     |   | 9,4<br>8,7          |   |    |    |



## Weseby (1971)

| 1      | 2  | 3     | 4    | 5  | 6   | 7    | 8     | 9 | 10 | 11 |
|--------|----|-------|------|----|-----|------|-------|---|----|----|
| 12. 8. | 10 | 18,0/ | 7,0/ | 40 | 163 |      | 8,5/  |   |    |    |
|        | 16 | 18,6  |      |    |     |      | 10,2/ |   |    |    |
| 18. 8. | 17 |       | 2,9  |    |     |      |       |   |    |    |
| 19. 8. | 9  | 17,8/ | 7,1  | 45 | 163 | 2,9  | 5,4u  |   |    |    |
|        |    |       | 7,3  |    | 150 | 2,8  |       |   |    |    |
|        | 16 | 18,0  |      |    |     |      | 1,9u  |   |    |    |
|        |    | 18,6  |      |    |     |      |       |   |    |    |
| 23. 8. | 17 | 19,0/ | 8,0u | 40 |     | 2,8  | 9,1/  |   |    |    |
| 26. 8. | 10 | 18,1  |      | 40 | 180 | 2,8  | 9,8   |   |    |    |
|        |    | 17,2  |      |    |     |      | 9,1   |   |    |    |
|        | 16 | 18,6/ |      |    |     |      | 10,1  |   |    |    |
|        |    |       |      |    |     |      | 10,0  |   |    |    |
| 2. 9.  | 9  | 16,2/ | 7,1  | 30 | 240 | 2,8  | 8,7/  |   |    |    |
| 9. 9.  | 7  | 16,5  | 7,4  | 50 | 144 |      | 11,5  |   |    |    |
|        |    | 16,0  | 8,4  |    | 240 | 2,8  | 9,6   |   |    |    |
|        |    |       |      |    |     |      | 1,3   |   |    |    |
|        | 14 | 16,9  | 7,7  |    |     | 2,9  | 10,0  |   |    |    |
|        |    | 16,3  | 8,3  |    |     |      | 9,3   |   |    |    |
|        |    |       |      |    |     |      | 1,4   |   |    |    |
| 11. 9. | 14 | 16,2/ | 7,8/ | 50 | 128 | 2,9  |       |   |    |    |
| 22. 9. | 16 | 15,8  | 7,7  | 69 |     |      | 14,5  |   |    |    |
|        |    | 15,0  | 7,8  |    |     |      | 10,1  |   |    |    |
| 23. 9. | 8  | 15,0/ | 7,8  | 65 | 130 | 2,8  | 12,0  |   |    |    |
|        |    |       | 7,9  |    |     |      | 9,6   |   |    |    |
|        | 14 | 15,5  |      |    |     | 2,8  | 11,8  |   |    |    |
|        |    | 15,1  |      |    |     |      | 6,5   |   |    |    |
| 30. 9. | 9  | 13,4/ | 7,8/ | 67 | 63  | 2,9  | 12,0  |   |    |    |
|        |    |       |      |    |     |      | 11,5  |   |    |    |
|        | 15 | 13,7/ |      |    |     |      | 12,1  |   |    |    |
|        |    |       |      |    |     |      | 12,0  |   |    |    |
| 2.10.  | 10 | 14,6  |      |    | 72  | 3,05 | 10,6  |   |    |    |
|        |    | 14,4  |      |    |     |      | 8,6   |   |    |    |
| 5.10.  | 16 | 13,6  |      | 61 |     | 3,0  | 12,2  |   |    |    |
|        |    | 14,2  |      |    |     | 2,9  | 6,6   |   |    |    |
| 6.10.  | 7  | 12,4  | 7,7/ |    |     |      | 11,2/ |   |    |    |
|        |    | 12,6  |      |    |     |      |       |   |    |    |
|        | 13 | 12,2/ |      | 57 | 80  | 3,1  | 11,6/ |   |    |    |
| 7.10   | 7  | 11,9  |      |    |     |      | 10,0/ |   |    |    |
|        |    | 12,0  |      |    |     |      |       |   |    |    |
|        | 13 | 11,8  | 8,2/ | 57 | 90  | 3,05 | 11,5/ |   |    |    |
|        |    | 12,0  |      |    |     |      |       |   |    |    |
| 8.10.  | 8  | 12,4/ | 8,0/ | 57 | 107 | 3,05 | 5,9   |   |    |    |
|        |    |       |      |    |     |      | 5,3   |   |    |    |
| 9.10.  | 8  | 12,8/ | 7,9/ |    | 128 | 3,05 | 9,4   |   |    |    |
|        |    |       |      |    |     |      | 9,0   |   |    |    |
|        | 14 | 13,0  |      |    |     |      | 9,7   |   |    |    |
|        |    | 12,9  |      |    |     |      | 9,0   |   |    |    |
| 11.10  | 8  | 13,1/ | 7,7/ |    |     | 3,05 | 9,4/  |   |    |    |
|        | 14 | 13,3/ |      |    |     |      | 10,0/ |   |    |    |
| 12.10. | 10 | 13,6/ | 7,9/ | 59 | 118 | 3,0  | 9,3   |   |    |    |
| 16.10. | 8  | 10,2  | 7,9  |    |     |      | 10,6  |   |    |    |
|        |    | 10,6  | 8,0  |    |     |      | 10,0  |   |    |    |
|        | 14 | 10,4/ |      | 65 |     | 3,0  | 11,1/ |   |    |    |

## Weseby (1971)

| 1      | 2        | 3                  | 4            | 5   | 6        | 7          | 8                                   | 9 | 10 | 11 |
|--------|----------|--------------------|--------------|-----|----------|------------|-------------------------------------|---|----|----|
| 23.10. | 10<br>16 | 11,4/              | 7,6/         | 30  | 195      | 3,0        | 8,9/<br>10,1<br>9,9                 |   |    |    |
| 24.10. |          |                    |              | 37  |          |            |                                     |   |    |    |
| 29.10. | 8        | 8,9<br>11,2        | 7,3<br>12,4  |     |          |            | 12,5<br>12,2<br>6,2                 |   |    |    |
|        | 12       | 9,0<br>9,4<br>11,2 |              | 105 |          | 3,0<br>2,8 | 13,7<br>13,6<br>6,7<br>13,7<br>6,7  |   |    |    |
|        | 17       |                    |              |     |          |            |                                     |   |    |    |
| 30.10. | 12       | 9,4<br>11,2        |              |     |          |            |                                     |   |    |    |
| 3.11.  | 12       | 10,4               | 8,3u         | 87  |          | 3,0        |                                     |   |    |    |
| 6.11.  | 12       | 10,4               | 8,9/         | 65  | 106      | 2,9        | 9,8/                                |   |    |    |
| 13.11. | 13       | 6,1                | 9,2/         | 125 | 45       | 2,9        | 11,9/                               |   |    |    |
| 14.11. | 17       | 6,2/               |              | 123 |          |            | 9,2<br>9,6<br>12,5<br>12,2<br>12,6  |   |    |    |
| 20.11. | 13       | 3,0<br>3,2         | 9,6<br>10,1  | 100 |          | 2,9        |                                     |   |    |    |
| 26.11. | 12       | 2,2<br>2,0         | 9,7/         | 109 | 40<br>30 | 2,8        |                                     |   |    |    |
| 29.11. | 10       |                    |              | 125 |          |            |                                     |   |    |    |
| 3.12.  | 12       | 3,7<br>4,0         | 9,0<br>10,8  | 132 | 36       | 2,8        | 12,4<br>12,3<br>9,6<br>11,8<br>11,7 |   |    |    |
| 11.12. | 12       | 5,1/               | 9,5/         | 104 | 50       | 2,9        |                                     |   |    |    |
| 12.12. | 12       |                    |              | 109 |          |            |                                     |   |    |    |
| 17.12. | 12       | 5,8/               | 9,9/         | 112 | 45       | 2,9        | 10,8/                               |   |    |    |
| 25.12. | 13       | 6,3/               | 10,1/        | 125 | 45       | 3,0        | 11,7/                               |   |    |    |
| 28.12. | 12       | 4,8/               |              | 130 | 35       |            | 11,6/                               |   |    |    |
| 29.12. | 11       | 4,8<br>5,3         | 9,9<br>12,3  | 150 | 42       | 2,9<br>2,8 |                                     |   |    |    |
| 30.12. | 12       | 4,3<br>4,7         | 11,8<br>14,8 | 175 | 28       | 2,9<br>2,7 | 12,1<br>11,1                        |   |    |    |

Weseby (1971)

|         | 1  | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21  | 22   |
|---------|----|-------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| 5./6.   | 2. | 12.15-12.15 | 300  |      | 130  |      |      |      |     |     |      |
| 6./7.   | 2. | 12.15-11.50 | 300  |      | 135  |      |      |      |     |     |      |
| 14.     | 2. | 8.30-17.30  | 300  |      | 300  |      |      |      |     |     | 100  |
| 16./17. | 2. | 12.45-13.00 | 300  |      | 250  |      |      |      |     |     | 75   |
| 21./22. | 2. | 11.15-11.45 | 300  | 600  | 500  | 400  | 300  | 220  | 50  | 0   | 120  |
| 24./25. | 2. | 8.00- 8.00  |      | 750  | 600  | 350  | 160  | 25   | 0   | 0   | 160  |
| 1./2.   | 3. | 12.00-12.00 | 300  | 500  | 450  | 400  | 370  | 325  | 250 | 100 | 105  |
| 12./13. | 4. | 11.00-11.00 | 300  | 2250 | 2100 | 1850 | 1500 | 1000 | 150 | 50  | 640  |
| 15.     | 5. | 7.45-12.45  |      | 3400 | 3600 | 3400 | 1300 | 850  | 400 | 100 | 360  |
| 22.     | 5. | 11.45-14.40 | 300  | 1500 | 1685 | 1570 | 900  | 445  | 230 | 40  | 80   |
| 30.     | 5. | 11.45-17.45 |      | 1000 | 1480 | 1710 | 1000 | 800  | 400 | 250 | 345  |
| 20.     | 6. | 3.45-11.45  | 300  | 3500 | 5350 | 4385 | 3300 | 1756 | 620 | 270 | 440  |
| 26.     | 6. | 11.45-19.45 | 200  | 2360 | 3490 | 2675 | 1470 | 625  | 275 | 270 | 495  |
| 27.     | 6. | 4.00-12.45  | 200  | 2045 | 1760 | 920  | 430  | 200  | 63  | 30  | 367  |
| 3.      | 7. | 12.00-21.00 |      | 2400 | 3410 | 2810 | 1350 | 545  | 230 | 32  | 654  |
| 3./4.   | 7. | 12.00-12.00 |      | 4440 | 3840 | 2680 | 560  | 535  | 350 | 400 | 1490 |
| 4.      | 7. | 3.00-12.00  | 200  | 5120 | 4050 | 1363 | 507  | 195  | 115 | -6  | 495  |
| 8./9.   | 7. | 20.45-20.45 | 200  | 1910 | 2560 | 2810 | 2520 | 1500 | 645 | 338 | 1558 |
| 9.      | 7. | 3.15-12.15  |      | 1560 | 1840 | 2000 | 1780 | 1320 | 620 | -77 | 664  |
|         |    | 12.00-21.00 |      | 800  | 970  | 1075 | 767  | 670  | 335 | 198 | 865  |
| 15.     | 7. | 10.45-19.15 | 200  | 3120 | 2790 | 710  | 250  | -29  | 124 | 70  | 587  |
| 22.     | 7. | 9.15-15.30  | 100  |      |      |      |      |      |     |     | 250  |
|         |    | 9.30-15.45  | 200  |      |      |      |      |      |     |     | 344  |
| 23.     | 7. | 9.00-15.00  | 100  | 3180 | 3410 | 1480 | 660  | 326  | 192 | 175 | 328  |
|         |    | 9.10-15.10  | 200  | 2400 | 3100 | 1500 | 335  | 111  | 16  | -16 | 400  |
| 24.     | 7. | 8.15-14.15  | 55   | 2010 | 2010 | 1020 | 351  | 224  | 128 | 160 | 160  |
|         |    | 8.30-14.30  | 200  | 2620 | 2980 | 1500 | 495  | 256  | 128 | 160 | 223  |
| 25.     | 7. | 8.15-14.00  | 55   | 733  | 2170 | 1720 | 750  | 320  | 80  | 48  | 159  |
|         |    | 8.30-14.15  | 200  | 2000 | 3280 | 2360 | 765  | 350  | 96  | 96  | 175  |
| 30.     | 7. | 9.45-17.25  | 55   | 1123 | 1810 | 1440 | 816  | 530  | 195 | 70  | 230  |
|         |    | 9.50-17.35  | 200  | 1320 | 1960 | 1700 | 1070 | 575  | 160 | 42  | 252  |
| 31.     | 7. | 10.10-16.35 | 55   | 1130 | 1805 | 1670 | 1290 | 760  | 280 | 99  | 172  |
|         |    | 10.20-16.45 | 100  | 1180 | 2050 | 1970 | 2110 | 1770 | 520 | 510 | 230  |
| 5.      | 8. | 10.00-15.30 | 55   | 1565 | 1910 | 940  | 364  | 160  | 54  | 93  | 125  |
|         |    | 10.10-15.45 | 200  | 1485 | 2570 | 1540 | 374  | 172  | 226 | 51  | 226  |
|         |    | 10.20-15.55 |      | 2200 | 2460 | 1190 | 440  | 268  | 0   | 86  | 280  |
| 12.     | 8. | 8.55-15.15  | 55   | 1950 | 2840 | 895  | 277  | 121  | 0   | 80  | 147  |
|         |    | 9.15-15.20  | 100  | 3170 | 3880 | 1310 | 335  | 236  | 200 | 242 | 245  |
|         |    | 9.20-15.25  | 200  | 3340 | 4150 | 1300 | 284  | 195  | 61  | 93  | 207  |
| 19.     | 8. | 8.25-15.30  | 55   | 2055 | 2495 | 1490 | 604  | 246  | 118 | 86  | 184  |
|         |    | 8.35-15.35  | 2000 | 3025 | 3700 | 2280 | 466  | 329  | 165 | 144 | 187  |
|         |    | 8.45-15.45  | 200u | 3940 | 3800 | 3400 | 1050 | 473  | 204 | 144 | 358  |
| 26.     | 8. | 9.15-15.45  | 55   | 1690 | 2490 | 1325 | 437  | 175  | 42  | 48  | 156  |
|         |    | 9.20-15.55  | 2000 | 2380 | 3510 | 2020 | 463  | 249  | 77  | 57  | 249  |
|         |    | 9.30-16.10  | 200u | 2885 | 4580 | 2370 | 615  | 265  | 73  | 89  | 290  |
| 2.      | 9. | 8.10-12.55  | 55   | 2020 | 1587 | 398  | 57   | 64   | -3  | 73  | 188  |
|         |    | 8.20-13.10  | 100  | 2345 | 2370 | 507  | 128  | 84   | 51  | 83  | 252  |
|         |    | 8.25-13.15  | 200  | 2500 | 2080 | 567  | 128  | 163  | 121 | 121 | 239  |
| 9.      | 9. | 6.50-13.30  | 55   | 938  | 1480 | 1340 | 826  | 326  | 61  | 9   | 239  |
|         |    | 7.00-13.40  | 200  | 1305 | 2020 | 1810 | 842  | 428  | 112 | 70  | 198  |
|         |    | 7.10-13.50  | u    | 2790 | 3660 | 3160 | 1560 | 782  | 169 | 45  | 210  |
| 23.     | 9. | 7.00-13.10  | 550  | 756  | 855  | 820  | 613  | 319  | 93  | 0   | 80   |
|         |    | 7.10-13.20  | 2000 | 830  | 989  | 854  | 558  | 328  | 35  | 19  | 80   |
|         |    | 7.20-13.30  | 200u | 923  | 1070 | 950  | 690  | 488  | 165 | 45  | 153  |



Weseby (1971)

| 1      | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  |
|--------|-------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 30. 9. | 8.00-14.00  | 55o  | 664  | 744  | 638  | 351 | 255 | 8o  | 0   | 96  |
|        | 8.10-14.07  | 200o | 731  | 89o  | 795  | 476 | 316 | 93  | 29  | 93  |
|        | 8.20-14.15  | 200o | 763  | 81o  | 746  | 5o8 | 316 | 124 | 29  | 93  |
| 6.10.  | 6.30-12.50  | 55o  | 613  | 856  | 798  | 565 | 33o | 144 | 13  | 144 |
|        | 6.40-13.00  | 55u  | 696  | 849  | 785  | 495 | 328 | 1o5 | 54  | 124 |
|        | 6.50-13.00  | 200o | 867  | 117o | 111o | 864 | 44o | 144 | 51  | 14o |
|        | 7.05-13.15  | 200  | 833  | 1o83 | 1o64 | 731 | 441 | 131 | 9   | 1o5 |
| 7.10   | 6.45-12.5o  | 55o  | 654  | 735  |      | 255 | 118 | 48  | 19  | 118 |
|        | 6.45-13.00  | 100o | 775  | 9o3  | 664  | 354 | 185 | 42  | 9   | 1o8 |
|        | 7.05-13.07  | 200o | 778  | 88o  | 622  | 329 | 172 | 61  | 35  | 118 |
|        | 7.15-13.15  | 100o | 88o  | 982  | 657  | 437 | 166 | 57  | 29  | 115 |
| 8.10.  | 7.00-13.30  | 55   | 885  | 485  | 153  | 77  | 38  | 9   | 3   | 124 |
|        | 7.10-13.4o  | 100  | 645  | 431  | 217  | 8o  | 35  |     | 22  | 9o  |
|        | 7.20-13.50  | 200  | 974  | 683  | 284  | 1o5 | 38  | 16  | 13  | 1o8 |
|        | 7.30-14.00  | 55   | 1o0o | 7o0  | 342  | 156 | 32  | 22  | 13  | 1o8 |
| 9.10.  | 7.10-13.20  | 55   | 853  | 7o8  | 427  | 118 | 67  | 38  | 25  | 1o5 |
|        | 7.25-13.30  | 100  | 1318 | 1112 | 43o  | 217 | 77  | 24  | 6o  | 1o8 |
|        | 7.35-13.40  | 200  | 1389 | 1o98 | 433  | 223 | 77  | 7o  | 29  | 115 |
|        | 7.45-13.50  |      | 142o | 1186 | 533  | 23o | 137 | 42  | 64  | 127 |
| 11.10. | 7.05-13.20  | 55   | 96o  | 661  | 217  | 89  | 45  | 9o  | 0   | 124 |
|        | 7.15-13.30  | 100  | 138o | 1o3o | 44o  | 15o | 7o  | 29  | 32  | 134 |
|        | 7.25-13.40  | 200  | 1543 | 1132 | 42o  | 21o | 93  | 76  | 26  | 131 |
|        | 7.35-13.5o  |      | 1525 | 1172 | 52o  | 188 | 7o  | 35  | 41  | 14o |
| 12.10. | 9.05-15.10  | 55   | 1o84 | 12o0 | 977  | 29o | 99  | 22  | 35  | 147 |
|        | 9.15-15.20  | 100  | 1273 | 168o | 1o74 | 37o | 176 | 48  | 32  | 144 |
|        | 9.25-15.3o  | 200  | 1567 | 18o5 | 1o27 | 46o | 169 | 35  | 51  | 153 |
|        | 9.35-15.40  |      | 14o3 | 1712 | 1o37 | 418 |     | 48  | 45  | 147 |
| 16.10. | 7.10-13.40  | 55o  | 59o  | 699  | 775  | 338 | 195 | 77  | 16  | 1o8 |
|        | 7.2o-13.55  | 100o | 744  | 995  | 862  | 491 | 264 | 89  | 22  | 99  |
|        | 7.30-14.05  | 200o | 935  | 12o7 | 983  | 696 | 287 | 125 | 37  | 83  |
|        | 7.40-14.15  | o    | 82o  | 12o0 | 1o37 | 536 | 22o | 1o5 | 26  | 99  |
| 23.10. | 9.05-15.40  | 200  | 221o | 214o | 319  | 1o2 | 176 | 1o5 | 51  | 131 |
|        | 9.20-15.50  |      | 187o | 231o | 482  | 112 | -13 | 13  |     | 131 |
|        | 9.30-16.00  |      | 2o2o | 175o | 338  | 14o | 48  | 32  | 45  | 131 |
|        | 9.40-16.10  |      | 1925 | 156o | 294  | -19 | 99  | 29  | 26  | 128 |
| 29.10. | 11.55-17.10 | 200o | 399  | 463  | 418  | 386 | 254 | 14o | 48  | 64  |
|        | 12.05-17.30 | 200o | 332  | 488  | 415  | 325 | 255 | 131 | 48  | 54  |
|        | 12.15-17.40 | 200o | 374  | 479  | 431  | 389 | 229 | 128 | 54  | 74  |
|        | 12.35-17.20 | 200u | 187  | 3o9  | 3o3  | 2o1 | 281 | 1o1 | 45  | 29  |
| 6.11.  | 11.35-16.30 | 55o  | 6o0  | 545  | 22o  | 112 | 51  | 19  | 16  | 7o  |
|        | 11.45-16.40 | 200o | 7o5  | 699  | 37o  | 137 | 93  | 32  | 67  | 77  |
|        | 11.55-16.50 | 55o  | 58o  | 478  | 255  | 176 | 57  | 54  | 89  | 61  |
|        | 12.05-17.05 | 200o | 665  | 583  | 36o  | 7o  | 188 | 48  | 3   | 54  |
| 13.11. | 11.55-17.05 | 55   | 262  | 258  | 198  | 176 | 121 | 72  | 19  | 57  |
|        | 12.05-17.15 | 200  | 249  | 271  | 211  | 195 | 121 | 64  | 35  | 57  |
|        | 12.15-17.20 | 55   | 252  | 22o  | 182  | 195 | 1o5 | 51  | 42  | 6o  |
|        | 12.25-17.30 | 200  | 195  | 22o  | 176  | 137 | 115 | 67  | 32  | 57  |
| 20.11. | 11.55-16.25 | 55   | 179  | 249  | 225  | 185 | 139 | 112 | 41  | 32  |
|        | 12.05-16.35 | 200  | 14o  | 226  | 185  | 115 | 72  | 13  | -1o | 41  |
|        | 12.15-16.45 | 55   | 172  | 224  | 22o  | 224 | 1o8 | 57  | 45  | 38  |
|        | 12.25-16.55 | 200  | 156  | 239  | 224  | 166 | 142 | 72  | 67  | 38  |
| 26.11. | 11.30-16.05 | 20o  | 195  | 191  | 128  | 124 | 73  | 54  | 16  | 45  |
|        | 11.40-16.15 | 20u  | 15o  | 16o  | 1o5  | 1o9 | 54  | 22  | 19  | 22  |
|        | 11.50-16.25 | 100o | 182  | 15o  | 112  | 115 | 77  | 35  | 16  | 26  |
|        | 12.05-16.35 | 100u | 1o5  | 14o  | 1o2  | 64  | 61  | 29  | 45  | 19  |

Weseby (1971)

| 1      | 13          | 14   | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20 | 21 | 22 |
|--------|-------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| 3.12.  | 11.00-16.00 | 200  | 207 | 182 | 137 | 115 | 112 | 67 | 32 | 19 |
|        | 11.10-16.10 | 1000 | 195 | 188 | 150 | 112 | 89  | 48 | 45 | 35 |
|        | 11.20-16.20 | 20u  | 172 | 166 | 134 | 144 | 93  | 0  | 28 | 22 |
|        | 11.30-16.30 | 100u | 134 | 153 | 140 | 112 | 96  | 64 | 32 | 28 |
| 11.12. | 10.45-16.30 | 20   | 214 | 147 | 93  | 77  | 45  | 38 | 32 | 32 |
|        | 10.55-16.40 | 100  | 201 | 169 | 105 | 73  | 52  | 48 | 19 | 32 |
|        | 11.05-16.50 | 200  | 201 | 182 | 134 | 131 | 48  | 35 | 35 | 35 |
|        | 11.20-17.00 | 20   | 200 | 150 | 80  | 73  | 54  | 26 | 10 | 29 |
| 12.12. | 11.40-16.30 | 1000 | 195 | 207 | 140 | 118 | 93  | 48 | 26 | 35 |
| 17.12. | 11.30-16.40 | 20   | 135 | 124 | 73  | 53  | 38  | 15 | 6  | 29 |
|        | 11.40-16.50 | 100  | 181 | 131 | 105 | 80  | 61  | 25 | 38 | 42 |
|        | 11.50-17.00 | 200  | 169 | 128 | 64  | 109 | 38  | 26 | 29 | 42 |
|        | 12.05-17.10 | 20   | 156 | 109 | 64  | 51  | 48  | 19 | 6  | 26 |
| 25.12. | 11.50-16.15 | 20   | 128 | 99  | 67  | 45  | 44  |    | 10 | 38 |
|        | 11.57-16.30 | 100  | 115 | 106 | 67  | 41  | 41  |    | 19 | 41 |
|        | 12.05-16.40 | 200  | 112 |     | 58  | 77  | 13  |    | 10 | 35 |
|        | 12.15-16.50 | 20   | 99  | 73  | 45  | 35  | 35  |    | 26 | 35 |
| 28.12. | 11.40-16.40 | 200  | 169 | 206 | 179 | 161 | 106 |    | 22 | 28 |
|        | 11.50-17.10 | 100  | 121 | 147 | 147 | 96  | 93  |    | 38 | 32 |
|        | 11.00-17.20 | 100  | 121 | 134 | 137 | 134 | 70  |    | 26 | 16 |

## Weseby (1972)

| 1      | 2  | 3                   | 4                     | 5            | 6        | 7          | 8                           | 9      | 10         | 11       | 12       |
|--------|----|---------------------|-----------------------|--------------|----------|------------|-----------------------------|--------|------------|----------|----------|
| 11. 1. | 14 | 3,3/<br>3,8 s       | 11,3/                 | 130          | 38       | 2,9        |                             | 13     | 8,2        |          |          |
| 2. 1.  | 12 | 2,9                 | 11,4/                 | 150          |          |            | 12,6/                       |        |            | 31       | 37       |
| 6. 1.  | 12 | 2,2                 | 11,3/                 | 180          | 33       | 2,9        | 12,7/                       | 8      | 8,2        | 24       |          |
| 9. 1.  | 12 | 1,6<br>2,0<br>2,6 s | 11,1/<br>12,1 s       | 180          | 33       | 2,9        | 12,9<br>12,7                | 7      |            | 31       |          |
| 15. 1. | 10 | -0,2                | 11,3                  |              |          | 3,1        |                             |        | 8,1        |          |          |
| 16. 1. | 12 | -0,2/               | 10,6<br>11,3          | 190          | 22       | 3,4<br>3,0 | 15,4<br>14,4                | 6      | 8,1        | 34       |          |
| 17. 1. | 12 | -0,1<br>0,1         | 11,0/                 | 195          | 18       | 3,3        |                             |        | 8,0        | 35       | 37       |
| 21. 1. | 13 | 0,0<br>0,3<br>1,4 s | 9,0<br>11,2<br>12,7 s | 200          | 8<br>11  | 3,5<br>3,1 | 14,1<br>12,6                |        | 8,1        |          |          |
| 22. 1. | 13 | 0,0<br>0,3<br>0,9 s | 10,5<br>11,2          |              |          | 3,5<br>3,2 |                             |        |            |          |          |
| 23. 1. | 11 | 0,1/<br>0,7 s       | 9,1<br>11,3           | 220          |          | 3,5<br>3,2 | 13,2<br>13,6                | 5<br>6 | 8,1        |          |          |
| 28. 1. | 13 | 0,4<br>0,7<br>1,1 s | 8,7<br>12,0           | 200          | 7<br>22  | 3,7<br>3,1 | 14,1<br>11,4                |        | 7,8<br>8,0 |          |          |
| 30. 1. | 13 | 0,5<br>0,7          | 8,2<br>13,2           |              | 19       | 3,3<br>3,1 |                             | 4/     | 7,9/       | 50       | 40       |
| 5. 2.  | 11 | 0,6<br>1,0<br>1,7 s | 8,4<br>12,8           |              | 11<br>13 | 4,4<br>3,1 | 12,2<br>9,9                 | 4/     | 7,8<br>8,0 | 53       | 53<br>37 |
| 12. 2. | 12 | 0,5<br>1,2<br>1,4 s | 9,6<br>11,9           | 220?         | 12<br>22 | 3,4<br>3,1 | 11,0<br>8,8                 |        | 7,9<br>8,0 |          |          |
| 13. 2. | 13 | 0,8<br>1,1          |                       | 110<br>(170) |          |            | 11,2<br>9,2                 |        |            |          |          |
| 14. 2. | 12 | 0,7<br>1,4          | 5,2<br>10,9<br>12,5 s | 110          | 10<br>14 | 3,2<br>3,1 | 10,3<br>11,2<br>10,1<br>7,9 | 5<br>3 |            | 43<br>37 | 37       |
| 19. 2. | 15 | 1,4/<br>2,2 s       | 10,1<br>12,1          | 170          | 27<br>17 | 3,3<br>3,1 | 11,6<br>12,4<br>9,3         |        | 8,0<br>7,9 |          |          |
| 21. 2. |    |                     |                       |              |          |            |                             |        |            | 35       | 36       |
| 22. 2. | 11 | 1,1<br>1,4<br>2,2 s |                       | 190          |          |            | 13,3<br>9,2                 |        |            |          |          |
| 1. 3.  | 11 | 2,5<br>2,1<br>2,4 s | 7,7<br>10,8           | 160          |          | 2,9<br>3,1 | 15,1<br>15,7<br>12,5        |        | 8,4<br>7,9 |          |          |
| 2. 3.  | 15 | 2,3<br>2,1<br>2,4 s | 7,4<br>11,0           | 160          | 47<br>27 | 3,1<br>3,2 | 16,7<br>11,3                | 8<br>5 | 8,4<br>8,1 |          |          |
| 5. 3.  | 13 | 1,9<br>2,3<br>2,7 s | 9,4<br>10,5           | 160          | 63<br>37 | 3,0<br>3,2 | 13,5<br>11,9                | 7/     | 8,3<br>8,0 | 28       | 36       |
| 10. 3. | 12 | 2,6/<br>2,9 s       | 9,1<br>9,3            | 130          | 94<br>79 | 3,1/       | 14,6<br>15,3<br>12,4        | 12     | 8,7<br>8,5 |          |          |



## Weseby (1972)

| 1      | 2  | 3                     | 4          | 5   | 6          | 7    | 8                    | 9        | 10         | 11 | 12 |
|--------|----|-----------------------|------------|-----|------------|------|----------------------|----------|------------|----|----|
| 12. 3. | 11 | 1,7/                  | 9,8        | 100 | 74<br>61   | 3,1/ | 13,6/                | 17<br>19 | 8,6<br>8,5 |    |    |
| 17. 3. | 12 | 3,1<br>2,9            |            | 130 |            |      | 14,0/                |          |            |    |    |
| 18. 3. | 13 | 4,6<br>4,4            | 9,0        | 130 | 56         | 3,2  | 13,1/                | 11       | 8,8        | 30 | 34 |
| 22. 3. | 9  |                       |            |     | 134        |      |                      |          |            |    |    |
| 25. 3. | 9  | 6,2<br>6,1            | 8,3/       | 58  | 236        | 3,2  | 12,5/                | 26       |            |    |    |
|        | 15 | 7,2/                  |            |     |            |      | 16,6/                |          |            |    |    |
| 26. 3. |    |                       |            |     |            | 3,2  |                      |          | 9,2        |    |    |
| 30. 3. | 8  | 5,9/                  | 8,2/       | 80  | 158        | 3,1  |                      |          |            |    |    |
| 5. 4.  | 18 | 7,9/                  | 8,1/       | 95  | 98         | 3,2  | 11,1/                | 21       | 8,9        |    |    |
| 7. 4.  | 18 | 7,8/                  |            | 95  |            |      | 11,1/                |          |            |    |    |
| 10. 4. | 9  | 8,0/                  | 7,5/       | 100 |            | 3,2  |                      |          | 8,8        | 33 | 35 |
| 13. 4. | 19 | 9,3<br>8,7 s          |            | 80  |            |      | 14,6/                |          |            |    |    |
| 14. 4. | 19 | 9,6<br>8,7            |            |     |            |      | 14,7<br>8,5          |          |            |    |    |
| 16. 4. | 11 | 9,2<br>8,7            | 7,2/       | 88  | 91         | 3,2  | 11,1<br>8,9          | 18       | 8,9        |    |    |
| 18. 4. | 20 |                       |            |     | 96         |      |                      |          |            |    |    |
| 19. 4. | 7  | 8,4/                  |            |     | 109        |      | 10,6/                |          |            |    |    |
|        | 19 | 8,2/                  |            |     |            |      | 11,1/                |          |            |    |    |
| 20. 4. | 20 | 8,2/                  | 7,2/       |     | 102        |      | 11,3/                |          |            |    |    |
| 21. 4. | 8  | 8,9<br>8,8            |            | 70  | 103        | 3,2  |                      | 16       | 8,7        |    |    |
|        | 20 |                       |            |     |            |      | 12,1<br>11,5         |          |            |    |    |
| 22. 4. | 12 |                       |            | 85  |            |      |                      |          | 8,6        |    |    |
| 23. 4. | 9  | 8,9/                  |            |     | 108        | 3,2  |                      | 21       | 8,6        | 33 | 34 |
| 29. 4. | 9  | 8,6/                  | 6,5/       |     | 232        | 3,2  | 12,0/                | 30       | 8,8        |    |    |
| 30. 4. | 11 | 9,0/                  |            | 58  | 232        |      | 12,1/                | 32       | 8,9        |    |    |
|        | 18 | 9,5<br>9,4            | 6,8 u      |     |            |      | 14,0/                |          |            |    |    |
| 1. 5.  | 10 | 10,3<br>9,5           | 6,8<br>7,1 | 60  | 243<br>255 | 3,2  | 15,8<br>15,2<br>13,0 |          | 9,0<br>8,8 |    |    |
|        | 18 | 10,3<br>10,0          |            |     |            |      |                      |          |            |    |    |
| 3. 5.  | 13 | 12,0<br>11,1<br>9,7 s | 6,8 m      | 60  | 295        |      | 17,0<br>16,9<br>14,4 | 28       |            |    |    |
|        | 20 | 12,2/                 |            |     |            |      |                      |          |            |    |    |
| 5. 5.  | 8  | 12,3/                 |            |     | 345        |      |                      |          | 9,2        |    |    |
| 6. 5.  | 9  | 12,1/                 |            | 55  | 337        |      | 13,3/                | 73       | 9,2        |    |    |
| 7. 5.  | 13 |                       | 6,9 u      | 50  | 339        |      |                      |          | 9,3/       | 22 | 25 |
| 10. 5. | 8  | 12,9/                 |            | 50  | 438        |      |                      |          |            |    |    |
| 11. 5. | 12 | 14,5/                 | 7,0 o      |     | 439        |      |                      |          |            |    |    |
| 12. 5. | 8  | 13,7/                 |            |     | 448        |      |                      |          |            |    |    |
|        | 20 |                       |            |     |            |      |                      |          | 9,5<br>9,6 |    |    |
| 13. 5. | 13 | 13,7/                 |            |     |            | 3,2  | 17,1<br>16,6         |          |            |    |    |
| 14. 5. | 11 | 13,8                  | 6,8/       | 45  | 402<br>426 | 3,2  | 16,7/                | 45       | 9,7<br>9,6 |    |    |

Weseby (1972)

|        | 1 | 2        | 3             | 4          | 5   | 6          | 7   | 8            | 9   | 10          | 11 | 12 |
|--------|---|----------|---------------|------------|-----|------------|-----|--------------|-----|-------------|----|----|
| 16. 5. |   | 9        | 14,1<br>13,8  |            |     | 299<br>307 |     | 21,2<br>17,4 |     | 9,9<br>9,7  |    |    |
| 17. 5. |   | 21<br>20 | 14,4/<br>12,9 |            |     | 309        |     |              |     | 9,7         |    |    |
| 18. 5. |   | 8        | 12,8/         |            | 50  | 305        |     |              |     | 9,7         |    |    |
| 19. 5. |   | 5        | 12,6<br>13,1  |            | 50  |            |     | 12,4<br>9,3  |     | 9,7/        |    |    |
|        |   | 12       | 14,1<br>12,9  |            |     | 290        |     | 17,8<br>13,0 |     | 10,0<br>9,7 |    |    |
|        |   | 20       | 13,1<br>13,5/ |            |     |            |     | 16,4<br>14,4 |     | 9,9<br>9,8  |    |    |
| 21. 5. |   | 12       | 13,7/         | 6,9/       |     | 307        | 2,7 | 12,6/        | 72  | 9,9/        |    |    |
| 22. 5. |   | 13       | 13,1/         |            | 50  | 314        | 2,7 |              |     | 9,9/        | 7  | 19 |
| 28. 5. |   | 12       | 13,3/         | 6,5/       | 35  | 373        | 2,6 |              | 110 | 9,7         |    |    |
| 30. 5. |   | 8        |               |            |     | 317        |     |              |     | 9,8/        |    |    |
| 31. 5. |   | 20       | 13,2/         |            |     | 272        | 2,6 |              | 65  | 9,9/        | 16 |    |
| 4. 6.  |   | 12       | 14,8<br>14,5  | 6,5/       | 55  | 250<br>266 | 2,6 | 13,0<br>12,4 | 46  |             | 11 |    |
|        |   | 20       | 15,6<br>15,3  |            |     |            |     | 15,3<br>6,0  |     | 10,1<br>9,8 |    |    |
| 5. 6.  |   | 4        | 15,3<br>14,4  |            |     |            |     | 13,7<br>12,0 |     | 10,0<br>9,8 |    |    |
| 6. 6.  |   | 20       | 17,8/         |            |     |            |     |              |     |             |    |    |
| 9. 6.  |   | 21       | 17,4<br>17,1  |            |     | 193        |     | 14,1<br>13,1 |     |             |    |    |
|        |   |          | 16,6 s        |            |     |            |     |              |     |             |    |    |
| 11. 6. |   | 12       | 17,2<br>17,1  | 6,6<br>6,7 | 70  | 150        | 2,6 | 13,1<br>13,0 | 32  | 10,0/       | 10 | 12 |
|        |   |          | 16,2 s        |            |     |            |     |              |     |             |    |    |
| 14.6.  |   | 8        | 15,8<br>16,2  |            | 65  | 144        |     | 10,5u        |     | 9,9         |    |    |
|        |   |          | 15,6 s        |            |     |            |     |              |     |             |    |    |
| 18. 6. |   | 12       | 17,8/         | 6,4/       | 80  | 103        | 2,7 | 10,3/        | 27  | 9,9/        | 13 |    |
| 19. 6. |   | 13       | 17,2          |            |     | 103        |     | 10,1<br>9,8  |     | 9,8/        |    |    |
|        |   |          |               |            |     |            |     |              |     |             |    |    |
| 21. 6. |   | 9        |               |            | 95  | 83         |     |              |     | 9,7 o       |    |    |
| 23. 6. |   | 12       | 15,9/         |            | 95  | 88         | 2,7 | 7,6/         |     | 9,6         |    |    |
| 25. 6. |   | 4        | 15,8          |            | 100 | 47         | 2,8 | 8,1          | 15  | 9,5         | 17 | 19 |
|        |   |          | 16,0          |            |     |            |     | 7,2          |     |             |    |    |
|        |   | 12       | 16,9<br>16,5  |            |     |            |     | 8,9<br>7,8   |     |             |    |    |
| 26. 6. |   |          | 18,2          |            |     | 48         |     |              |     |             |    |    |
| 27. 6. |   | 19       | 18,6<br>16,6  | 6,8<br>7,0 |     | 42<br>62   |     | 8,9<br>1,7   |     | 9,4<br>9,2  |    |    |
| 29.6.  |   | 11       | 18,9/         |            | 75  | 97         |     | 9,5<br>9,0   |     | 9,4         |    |    |
|        |   |          |               |            |     |            |     |              |     |             |    |    |
| 2. 7.  |   | 12<br>16 | 17,4/         | 6,7/       | 60  | 146        | 2,8 |              | 30  | 9,4         | 18 |    |
|        |   |          |               |            |     |            |     | 11,9<br>11,4 |     |             |    |    |
| 4. 7.  |   | 12       | 16,6/         | 6,8        | 65  |            |     | 10,0<br>9,8  |     |             |    |    |
|        |   | 21       | 18,8<br>18,6  |            |     |            |     | 10,4<br>10,2 |     |             |    |    |

Weseby (1972)

| 1      | 2  | 3                    | 4          | 5          | 6          | 7   | 8            | 9  | 10          | 11          | 12 |
|--------|----|----------------------|------------|------------|------------|-----|--------------|----|-------------|-------------|----|
| 5. 7.  | 21 | 18,1<br>18,0<br>16,8 |            | 65         | 130        |     | 12,8<br>0,2  |    | 9,1u        |             |    |
| 6. 7.  |    | 18,4<br>17,0         |            |            |            |     | 13,5<br>3,6  |    | 9,5<br>9,3  |             |    |
| 9. 7.  | 12 | 19,0<br>18,9         | 7,0/       | 50         | 182        | 2,8 | 11,1<br>11,0 | 39 | 9,6<br>9,5  | 17          |    |
| 11. 7. | 12 | 18,7<br>18,5         |            | 45         | 233        |     | 12,9<br>12,7 |    | 9,7         | 15          | 22 |
| 13. 7. | 16 | 19,5/                |            | 43         | 214        | 2,9 | 13,8         |    | 9,9         |             |    |
| 16. 7. | 12 | 19,8<br>19,3         | 6,8<br>7,6 | 44         | 190        | 2,9 | 11,1<br>3,1  | 35 | 9,6<br>9,4  |             |    |
| 18. 7. | 13 | 22,8<br>21,8         |            | 51         | 111        | 2,9 | 14,6<br>3,3  |    | 10,0<br>9,5 | 15          |    |
| 20. 7. | 12 | 23,5                 |            | 65         | 77         |     |              |    | 9,8         |             |    |
| 1. 8.  | 15 | 19,6                 |            | 47         | 184        |     | 10,2<br>6,0  |    | 9,5 o       |             |    |
| 3. 8.  |    |                      |            |            |            |     |              |    |             |             |    |
| 6. 8.  | 12 | 18,5/                | 6,9/       | 41         | 212        | 2,9 | 11,0<br>10,7 | 60 | 9,5/        | 16 24<br>23 |    |
| 8. 8.  | 11 | 20,5<br>19,9         |            |            |            |     |              |    | 9,6         |             |    |
| 10. 8. | 10 | 20,1<br>19,5         |            |            | 173        |     | 11,0<br>9,2  | 44 | 9,6         |             |    |
| 13. 8. | 12 | 19,6/                | 7,0/       | 46         | 172        | 3,0 | 10,2<br>9,0  | 46 | 9,6/        | 19          |    |
| 17. 8. | 8  |                      |            |            | 172        |     |              |    |             | 16 24       |    |
| 20. 8. | 12 | 17,3/                | 6,7/       | 46         | 170        | 3,0 | 10,1/        | 53 | 9,6/        | 16          |    |
| 23. 8. | 9  | 16,5/                | 6,7/       |            | 202        |     |              |    | 9,6/        |             |    |
| 25. 8. |    | 16,2                 |            |            | 235        |     |              |    |             |             |    |
| 27. 8. | 13 | 17,2<br>16,6         | 7,0<br>7,3 | 50         | 157<br>167 | 3,0 | 11,8<br>5,7  | 40 | 9,7<br>9,5  | 13          |    |
| 31. 8. | 14 | 17,8<br>16,6         |            |            |            |     | 5,4<br>0,0   |    |             |             |    |
|        | 20 | 17,9<br>17,0         |            |            |            |     | 10,4<br>0,0  |    | 9,6<br>9,3  |             |    |
| 1. 9.  | 8  | 17,6<br>17,5         |            |            |            |     | 11,3<br>7,8  |    |             |             |    |
| 3. 9.  | 11 | 18,2<br>17,4         | 6,3<br>6,4 | 75         | 59<br>70   | 3,0 | 12,7<br>11,0 | 21 | 9,7<br>9,6  | 17 21       |    |
| 7. 9.  | 19 | 18,3<br>17,7         |            |            | 63         |     |              |    |             |             |    |
| 10. 9. | 12 | 17,3<br>17,4         | 7,2/       | 47<br>(70) | 121        | 3,1 | 7,4/         | 27 | 9,5         | 21          |    |
| 12. 9. | 12 | 15,2<br>15,5         |            | 60         | 117        |     |              |    |             |             |    |
| 14. 9. | 18 | 14,8/                |            | 75         |            |     | 11,0<br>10,0 |    |             |             |    |
| 17. 9. |    | 13,8/                | 7,3/       | 68         | 89         |     | 11,1<br>9,7  | 27 | 9,6/        | 19 24       |    |
| 20. 9. | 8  | 13,5<br>13,6         |            |            |            |     | 13,7<br>12,4 |    |             |             |    |



## Weseby (1972)

| 1       | 2  | 3     | 4     | 5   | 6   | 7   | 8     | 9  | 10   | 11 | 12 |
|---------|----|-------|-------|-----|-----|-----|-------|----|------|----|----|
| 24. 9.  | 10 | 12,2/ | 7,2/  | 45  | 118 | 3,0 | 9,9/  | 61 | 9,5  | 14 |    |
| 26. 9.  | 8  | 12,2/ |       | 67  | 107 |     |       |    |      |    |    |
| 1.10.   | 12 | 11,3/ | 7,4   | 75  | 66  | 3,0 | 12,4  | 19 | 9,5  | 9  | 27 |
|         |    | 12,0s | 7,7   |     |     |     | 6,8   |    | 9,3  |    |    |
| 3.10.   | 8  | 10,6  | 11,8  |     |     |     |       |    |      |    |    |
|         | 16 | 11,4  |       | 83  |     |     | 12,7  |    |      |    |    |
|         |    | 11,5  |       |     |     |     | 5,9   |    |      |    |    |
| 5.10.   | 8  | 10,3  |       |     | 65  |     |       |    |      |    |    |
|         |    | 10,0  |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
| 8.10.   | 12 | 11,2  | 7,4   | 95  | 39  | 3,0 | 12,3  | 19 | 9,4  | 17 |    |
|         |    | 11,1  | 7,9   |     |     |     | 8,1   |    |      |    |    |
| 11.10.  |    |       |       |     | 31  |     |       |    |      |    |    |
| 12.10.  | 9  | 10,9  |       |     | 65  |     |       |    | 9,4  |    |    |
|         |    | 11,0  |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
| 15.10.  | 12 | 11,0  | 7,5/  | 89  | 44  | 3,1 | 11,4  | 25 | 9,3  | 15 | 27 |
|         |    |       |       |     |     |     | 11,3  |    |      |    |    |
| 18.10.  |    |       |       |     | 83  |     |       |    |      |    |    |
| 20.10.  | 18 | 8,8/  |       |     | 91  |     |       |    |      |    |    |
| 22.10.  | 12 | 7,6/  | 7,7/  | 76  | 77  | 3,0 | 10,5  | 18 | 9,2  | 22 |    |
| 28.10.  | 12 | 8,0   | 7,9   | 115 | 55  | 2,9 | 11,6  | 12 | 9,1  |    |    |
|         |    | 7,9   | 9,1   |     |     |     | 9,9   |    |      |    |    |
| 3.11.   | 10 | 9,3/  |       |     | 66  |     |       |    |      |    |    |
| 5.11.   | 10 | 9,1   | 7,9/  | 110 | 72  | 2,9 | 10,9  | 12 | 9,0  |    |    |
|         |    | 9,0   |       |     |     |     | 10,8  |    |      |    |    |
| 8.11.   | 9  | 9,8/  |       | 107 | 71  |     |       |    |      |    |    |
| 10.11.  |    |       |       |     | 70  |     |       |    |      |    |    |
| 12.11.  | 10 | 7,5/  | 7,4/  | 80  | 79  | 2,8 | 10,3  | 19 | 8,5  | 28 |    |
| 14.11.  | 16 | 5,4   |       | 65  | 86  |     | 10,4  |    |      |    |    |
|         |    | 5,6   |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
|         |    | 5,9   |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
| 17.11.  | 11 | 4,4/  | 7,6   | 110 | 58  | 2,8 | 11,4  | 16 | 8,4  | 28 | 33 |
| 20.11.  | 12 | 3,7   | 8,7u  | 115 | 45  |     |       |    |      |    |    |
| 26.11.  | 11 | 3,1/  | 7,7/  | 170 | 27  | 2,8 | 12,2/ | 10 | 8,2  | 34 |    |
| 30.11.  |    |       | 7,3/  | 95  | 45  |     |       |    | 8,2  |    |    |
| 3.12.   | 12 | 5,3/  | 7,7/  | 128 | 35  | 2,9 | 11,5  | 14 | 8,2  | 25 |    |
| 7.12.   | 12 | 6,4/  |       | 120 | 35  |     |       |    |      | 37 | 35 |
| 10.12.  | 11 | 5,6/  | 8,2/  | 140 | 27  | 2,9 | 11,2/ |    | 8,2  | 30 |    |
| 13.12.  |    |       |       | 140 | 36  |     |       |    |      |    |    |
| 16.12.  | 9  | 6,3   | 8,2   | 170 | 23  | 2,9 | 11,4  | 8u | 8,2  |    |    |
|         |    | 6,2   | 10,0  |     |     |     | 10,2  |    |      |    |    |
| 17.12.  | 11 | 5,6   |       | 180 |     |     |       |    |      |    |    |
|         |    | 6,3s  |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
| 20.12.  | 12 | 5,3   |       |     | 20  |     |       |    |      | 36 | 34 |
|         |    | 6,3s  |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
| 23.12.  | 10 | 1,2   | 7,0   | 200 | 14  | 2,9 | 8,4u  | 7  | 8,2  |    |    |
|         |    | 6,6s  | 12,3  |     |     |     |       |    | 7,8s |    |    |
| 25.12.  | 11 | 2,4   |       | 200 | 14  |     | 11,4  |    |      |    |    |
|         |    | 4,5   |       |     |     |     | 7,1   |    |      |    |    |
|         |    | 5,6s  |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
| 26.12.  | 11 | 2,8   | 13,0/ |     | 13  |     | 6,6u  |    | 8,10 |    |    |
|         |    | 5,0s  |       |     |     |     |       |    |      |    |    |
| 29.12.  | 11 | 1,2   |       | 220 |     |     |       |    |      | 35 | 35 |
| 1. 1,73 |    | 0,1   | 8,9   | 220 | 9   | 3,0 | 13,8  |    |      |    |    |
|         |    | 0,6   | 9,9   |     |     |     | 13,7  |    |      |    |    |

Weseby (1972)

| 1          | 13          | 14                 | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21  | 22  |
|------------|-------------|--------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 2. 1.      | 11.45-16.50 | 100o               | 105  | 112  | 83   | 73   | 61   | 54  | 26  | 32  |
|            | 12.00-17.00 | u                  | 102  | 105  | 77   | 54   | 40   | 32  | 26  | 32  |
|            | 12.10-17.40 | C14o               | 84   | 72   | 54   | 37   | 23   |     | 48  | 2,0 |
| 6. 1.      | 11.20-18.45 | 20                 | 115  | 99   | 83   | 73   | 62   | 61  | 29  | 32  |
|            | 11.30-18.55 | 100                | 89   | 89   | 64   | 54   | 42   | 42  | 38  | 32  |
|            | 11.40-17.05 | 200                | 99   | 99   | 100  | 108  | 105  | 32  | 35  | 32  |
| 9. 1.      | 11.50-16.25 | 100o               | 105  | 118  | 80   | 77   | 12   | 83  | 29  | 29  |
|            | 11.55-16.30 | 100                | 93   | 118  | 105  |      | 96   | 73  | 51  | 29  |
|            | 12.00-16.35 | 100                | 89   | 115  | 99   | 147  | 89   | 61  | 57  | 16  |
| 17. 1.     | 11.55-17.00 | 100                | 32   | 41   | 38   | 35   | 38   | 13  | 13  | 6   |
|            | 11.45-17.05 | C14                | 35   | 37   | 34   | 32   | 28   | 25  | 8   | 1,1 |
| 21. 1.     | 12.00-16.45 | 20                 | 40   | 40   |      | 40   | 48   | 25  | 9   | 35  |
|            | 12.10-16.55 | 20                 | 22   | 32   | 22   | 9    | 19   | 13  | 9   | 22  |
|            | 12.20-17.05 | 100                | 29   | 32   | 29   | 19   | 19   | 9   | 6   | 19  |
|            | 12.25-17.15 | 100                |      | 29   | 16   | 16   | 13   | 6   | 9   | 16  |
|            | 12.35-17.20 |                    | 25   | 25   | 24   | 25   | 22   | 16  |     | 13  |
| 23. 1.     | 10.35-17.45 | 20                 | 45   | 47   | 29   | 47   | 54   | 32  | 6   | 32  |
|            | 10.45-17.50 | 100                | 29   | 28   | 35   | 9    | 29   | 13  | 9   | 35  |
|            | 10.55-17.55 | 20                 | 32   | 29   | 25   | 32   | 16   | 16  | 6   | 19  |
| 29. 1.     | 10.00-16.20 | 100                | 35   | 32   | 16   | 19   | 22   | 22  |     |     |
| 30. 1.     | 12.15-17.00 | C14                | 6,2  | 4,2  | 4,0  | 2,0  | 1,0  | 1,5 | 0,8 | 0,5 |
|            | 12.25-17.00 | C14                | 6,6  | 4,7  | 4,3  | 2,7  | 1,7  | 1,2 | 1,0 | 0,6 |
| 5. 2.      | 10.30-18.10 | C14                | 7,0  |      | 6,0  |      | 3,0  |     | 1,4 | 1,2 |
| 12. 2.     | 11.20-18.20 | 20                 | 86   | 60   | 57   | 51   | 42   | 32  | 3   | 80  |
|            | 11.40-18.30 | 100                | 48   | 41   | 32   | 31   | 12   | 16  | 6   | 73  |
| 13. 2.     | 12.45-18.05 |                    | 77   | 29   | 35   | 29   | 51   | 16  | 13  | 16  |
| 14. 2.     | 11.25-17.35 | C14o               |      | 44   |      | 22   |      | 9   | 6,1 | 3,3 |
|            | 11.35-17.40 | C14u               |      | 67   |      | 38   |      | 24  | 0,9 | 0,9 |
| 21. 2.     | 11.00-16.05 | C14                | 33   | 32   | 30   | 27   | 23   | 16  | 12  | 1,0 |
| 22. 2.     | 10.15-16.45 | 20                 | 124  | 124  | 115  | 115  | 92   | 16  | 25  | 25  |
|            | 10.22-16.50 | 100                | 89   | 89   | 48   | 61   | 28   | 70  | 16  | 28  |
| 1. 3.      | 10.40-16.40 | 20                 | 255  | 274  | 261  | 233  | 201  | 96  | 22  | 42  |
|            | 10.50-16.50 | 100                | 188  | 204  | 188  | 169  | 147  | 73  | 35  | 44  |
| 5. 3.      | 12.00-17.45 | 20o                | 536  | 504  | 434  | 357  | 271  | 140 | 51  | 57  |
|            | 12.10-17.55 | 200o               | 552  | 517  | 437  | 351  |      | 144 | 64  | 58  |
|            | 12.10-17.55 | 200o               | 552  | 517  | 437  | 351  |      | 144 | 64  | 58  |
|            | 12,25-18.05 | 20u                | 341  | 303  | 284  | 207  | 153  | 77  | 29  | 41  |
|            | 12.40-18.15 | 200u               | 313  | 313  | 284  | 230  | 176  | 90  | 42  | 54  |
|            | 12.50-18.20 | C14                | 371  | 381  | 336  | 245  | 182  | 93  | 21  | 3,4 |
| 10. 3.     | 11.15-17.35 | 20o                | 710  | 589  | 419  | 262  | 144  | 67  | 16  | 64  |
|            | 11.25-17.50 | 200o               | 720  | 611  | 381  | 246  | 166  | 74  | 16  | 67  |
|            | 11.35-17.55 | 200u               | 727  | 566  | 368  | 266  | 154  | 83  | 22  | 74  |
|            | 11.45-18.00 | 20u                | 685  | 550  |      | 294  | 186  | 77  | 19  | 64  |
| 12. 3.     | 11.00.18.30 | 200o               | 144  | 595  | 720  | 710  | 573  | 275 | 54  | 77  |
|            | 11.10-18.35 | 200u               | 128  | 606  | 702  | 708  | 587  | 278 | 54  | 73  |
| 17. 3.     | 11.25-17.40 | 200o               | 73   | 383  | 418  | 424  | 389  | 274 | 86  | 67  |
|            | 11.35-17.30 | 200u               | 169  | 367  | 402  | 396  | 367  | 265 | 86  | 64  |
| 18. 3.     | 12.45-18.35 | 200                | 565  | 695  | 702  | 597  | 475  | 220 | 57  | 160 |
|            | 13.10-18.45 | 20                 | 497  | 577  |      | 472  | 360  | 169 | 44  | 73  |
|            | 12.55-18.50 | C14 <sup>+</sup> ) | 428  |      | 483  |      | 313  | 136 | 25  | 4,9 |
|            | 13.20-18.55 | C14                | 469  |      | 619  |      | 371  | 164 | 28  | 7,7 |
| 18./19. 3. | 12.40-12.50 | 200                | 999  | 1293 | 1256 | 1337 | 1040 | 485 | 121 | 376 |
| 22./23. 3. | 8.30- 9.30  | 200                | 1356 | 2375 | 2182 | 1621 | 900  | 278 | 45  | 491 |

<sup>+</sup>) 20 um



Weseby (1972)

| 1          | 13          | 14    | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21  | 22   |
|------------|-------------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| 25. 3.     | 8.50-15.10  | 200   | 527  | 679  | 788  | 373  | 226  | 113 | 35  | 230  |
|            | 9.00-15.15  | 20    | 416  | 618  | 754  | 344  | 228  | 105 | 26  | 217  |
| 30./31. 3. | 8.00-9.00   | 200   | 2861 | 2632 | 1455 | 577  | 322  | 86  | 19  | 593  |
| 5./ 7. 4.  | 18.40-18.30 | 200   | 2935 | 3665 | 3935 | 1348 | 708  | 172 | 0   | 1081 |
| 7./ 8. 4.  | 18.30-18.25 | 200   | 1700 | 2096 | 1423 | 603  | 297  | 67  | 10  | 584  |
| 10. 4.     | 8.35-15.52  | 200   | 1365 | 1512 | 1241 | 807  | 517  | 176 | 35  | 166  |
|            | 8.45-15.40  | 20    | 1279 | 1436 | 1247 | 762  | 482  | 169 | 35  | 144  |
|            | 8.25-15.55  | C14   | 1535 | 1591 | 1298 | 799  | 463  | 147 | 18  | 5,0  |
| 13./14. 4. | 19.25-19.20 | 20    | 3260 | 3786 | 3432 | 1704 | 903  | 271 | 48  | 680  |
|            | 19.30-19.10 | 200   | 3413 | 3822 | 3455 | 1927 | 976  | 361 | 45  | 702  |
| 16. 4.     | 10.45-21.20 | 200   | 1656 | 1541 | 1161 | 664  | 424  | 112 | 16  | 233  |
| 19. 4.     | 7.25-19.15  | 200   | 2003 | 1841 | 1129 | 549  | 265  | 70  | 13  | 140  |
| 20./21. 4. | 19.40-19.40 | 20    | 1483 | 2389 | 2303 | 1924 | 1136 | 319 | 19  | 230  |
|            | 19.50-19.50 | 200   | 1704 | 2377 | 2262 | 1880 | 1117 | 325 | 16  | 278  |
| 21. 4.     | 7.15-19.30  | 200   | 1254 | 2169 | 2131 | 1748 | 1088 | 354 | 45  | 144  |
| 23. 4.     | 8.05-14.45  | 200   | 928  | 1614 | 1506 | 1005 | 568  | 153 | 26  | 112  |
|            | 8.00-14.55  | C14   | 1150 | 1902 | 1592 | 1194 |      | 166 | 23  | 8,2  |
| 29. 4.     | 9.05-17.45  | 200   | 3311 | 2699 | 1426 | 491  | 207  | 89  | 67  | 160  |
| 30. 4.     | 10.25-17.40 | 20    | 2263 | 2759 | 1614 | 603  | 290  | 124 | 73  | 135  |
|            | 10.35-17.50 | 200   | 2520 | 2919 | 1471 | 613  | 290  | 131 | 67  | 131  |
| 1. 5.      | 9.30-17.50  | 200o2 | 236  | 4000 | 3011 | 1295 | 622  | 189 | 83  | 233  |
|            | 9.40-18.00  | 200u  | 2378 | 4173 | 2925 | 1349 | 644  | 220 | 86  | 195  |
| 3. 5.      | 12.30-19.55 | 200   | 2491 | 3455 | 2453 | 954  | 322  | 77  | -16 | 211  |
| 5. 5.      | 8.10-20.05  | 200   | 5126 | 4731 | 2373 | 772  | 341  | 140 | 80  | 341  |
| 6. 5.      | 8.30-17.30  | 200   | 4233 | 5538 | 3799 | 1432 | 634  | 274 | 211 | 265  |
| 7. 5.      | 12.55-16.40 | 200   | 2903 | 2928 | 1282 | 520  | 207  | 131 | 127 | 223  |
|            | 13.05-20.10 | 200   | 3065 | 2992 | 1550 | 526  | 236  | 121 | 73  | 297  |
|            | 12.45-16.45 | C14   | 3300 | 2590 | 1230 | 433  | 128  | 92  | 59  | 10,1 |
| 10. 5.     | 7.55-20.15  | 200   | 6205 | 4769 | 2562 | 817  | 284  | 99  | 54  | 345  |
| 12. 5.     | 7.30-20.25  | 200   | 5114 | 5407 | 3870 | 1381 | 453  | 140 | 73  |      |
| 14. 5.     | 10.25-19.15 | 20    | 4434 | 4648 | 1844 | 635  | 287  | 121 | 124 | 278  |
|            | 10.37-19.25 | 200o  | 3841 | 3688 | 2070 | 673  | 329  | 233 | 191 | 319  |
|            | 10.53-19.35 | 200u  | 3946 | 3978 | 2154 | 676  | 249  | 105 | 61  | 316  |
| 16. 5.     | 8.05-20.30  | 200o  | 2430 | 3100 | 2460 | 1270 | 374  | 144 | 64  | 399  |
|            | 8.20-20.40  | 200u  | 4169 | 3413 | 3091 | 1101 | 418  | 124 | 45  | 300  |
| 17./18. 5. | 20.10-20.05 | 200   | 4316 | 4202 | 3445 | 1187 | 341  | 80  | 35  | 517  |
| 18. 5.     | 7.35-20.15  |       | 4610 | 4482 | 2555 | 820  | 348  | 144 | 77  | 345  |
| 19. 5.     | 4.35-12.20  | 200   | 3975 | 3921 | 2932 | 1231 | 456  | 147 | 67  | 195  |
|            | 4.25-20.10  | 200   | 5175 | 4954 | 3885 | 1391 | 555  | 108 | 32  | 345  |
|            | 12.10-20.30 | 200   | 1725 | 2265 | 1375 | 463  | 80   | 19  | 16  | 263  |
| 21. 5.     | 11.40-18.53 | 200   | 3113 | 3072 | 1069 | 351  | 201  | 112 | 105 | 211  |
|            | 11.50-19.07 | 200   | 2944 | 2823 | 855  | 262  | 279  | 102 | 73  | 198  |
| 22. 5.     | 12.30-17.45 | 200   | 2734 | 2745 | 1471 | 514  | 233  | 93  | 13  | 198  |
|            | 12.45-17.55 | 20    | 2498 | 2648 | 1179 | 383  | 185  | 83  | 64  | 160  |
|            | 12.20-18.00 | C14   | 3691 | 3691 | 1683 | 387  | 159  | 92  | 95  | 8,0  |
| 23. 5.     | 8.55-20.25  | 200   | 2077 | 2897 | 2562 | 1193 | 367  | 77  | 0   | 341  |
| 28. 5.     | 11.45-19.00 | 200   | 3601 | 1924 | 386  | 179  | 137  | 121 | 109 | 303  |
|            | 12.05-19.10 | 200   | 3771 | 1544 | 402  | 220  | 176  | 163 | 144 | 306  |
| 30. 5.     | 7.20-20.45  | 200   | 3818 | 3975 | 1780 | 373  | 89   | -9  | -13 | 338  |
|            | 7.30-20.52  | 200   | 3618 | 3841 | 1812 | 364  | 96   | 3   | -22 | 415  |
| 31./ 1. 6. | 20.35-20.45 | 200   | 3522 | 4447 | 2533 | 654  | 185  | 51  | 35  | 648  |
| 2. 6.      | 7.45- 2.05  | 200   | 3254 | 2301 | 2800 | 906  | 367  | 89  | 45  | 440  |
| 4. 6.      | 12.21-20.15 | 200u  | 2769 | 2938 | 1892 | 731  | 268  | 73  | 28  | 351  |
|            | 11.55-20.33 | 200o  | 2900 | 2900 | 1589 | 590  | 268  | 70  | 28  | 376  |
|            | 12.05-20.22 | 200   | 2849 |      | 1889 | 683  | 236  | 73  | 0   | 370  |



Weseby (1972)

| 1         | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21  | 22   |
|-----------|-------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| 6. 6.     | 8.05-20.25  | 200  | 3193 | 2935 | 2575 | 1353 | 613  | 109 | 13  | 520  |
| 9./10. 6. | 21.15-21.25 | 200  | 2271 | 2667 | 2504 | 1582 | 708  | 175 | 45  | 787  |
| 11. 6.    | 11.45-20.00 | 20   | 1483 | 1802 | 1617 | 1053 | 460  | 140 | 22  | 223  |
|           | 12.00-20.07 | 200  | 1748 | 1815 | 1806 | 1072 | 539  | 156 | 45  | 249  |
|           | 12.25-20.15 | C14  | 1316 | 1518 | 1249 | 614  | 281  | 48  | 16  | 9,0  |
| 14. 6.    | 7.25-21.35  | 200  | 2482 | 3862 | 3633 | 2364 | 1359 | 331 | 80  | 479  |
| 18. 6.    | 3.00-8.00   | 200  | 746  | 708  | 513  | 309  | 191  | 60  | 9   | 185  |
|           | 8.00-12.00  | 200  | 756  | 957  | 947  | 719  | 491  | 178 | 51  | 162  |
|           | 12.00-16.00 | 200  | 931  | 960  | 831  | 475  | 350  | 137 | 38  | 149  |
|           | 16.00-20.00 | 200  | 679  | 622  | 395  | 223  | 118  | 35  | 6   | 175  |
| 19. 6.    | 12.25-20.55 | 20   | 1037 | 1298 | 1168 | 836  | 475  | 153 | 35  | 160  |
|           | 12.40-20.45 | 200  | 1148 | 1538 | 1353 | 954  | 491  | 173 | 29  | 265  |
| 21. 6.    | 8.00-20.50  | 200  | 1423 | 1531 | 1164 | 849  | 510  | 67  | 401 |      |
| 23. 6.    | 11.15-19.45 | 20   | 360  | 520  | 459  | 354  | 169  | 99  | 19  | 128  |
|           | 11.30-20.08 | 200  | 494  | 787  | 699  | 365  | 367  | 236 | 32  | 182  |
| 25. 6.    | 4.00-12.55  | C14  | 640  | 882  | 863  | 796  | 604  | 284 | 50  | 15,0 |
|           | 4.03-12.45  | 200  | 641  | 798  | 785  | 725  | 622  | 300 | 80  | 211  |
|           | 4.17-12.52  | 20   | 252  | 338  | 348  | 313  | 249  | 128 | 26  | 89   |
|           | 12.35-20.55 | 200  | 568  | 686  | 603  | 526  | 428  | 217 | 32  | 153  |
| 27. 6.    | 7.35-18.45  | 200  | 807  | 1410 | 1526 | 1528 | 1388 | 791 | 166 | 204  |
| 29. 6.    | 10.55-21.05 | 200  | 2889 | 3015 | 2188 | 1155 | 616  | 176 | 35  | 361  |
|           | 4.15- 8.15  | 200  | 1503 | 1079 | 456  | 204  | 102  | 35  | 29  | 121  |
|           | 4.25-20.30  | 200  | 4109 | 4712 | 2807 | 1177 | 437  | 38  | 29  | 361  |
|           | 8.10-12.10  | 200  | 1860 | 1675 | 995  | 396  | 185  | 51  | 25  | 169  |
|           | 12.10-16.15 | 200  | 1774 | 1640 | 957  | 437  | 230  | 51  | 19  | 147  |
|           | 16.15-20.15 | 200  | 1375 | 880  | 357  | 105  | 45   | 16  | 10  | 140  |
| 2. 7.     | 4.15- 8.15  | 200  | 1503 | 1078 | 456  | 204  | 102  | 35  | 29  | 121  |
|           | 4.25-20.30  | 200  | 4109 | 4712 | 2807 | 1177 | 434  | 38  | 29  | 361  |
|           | 8.10-12.10  | 200  | 1860 | 1675 | 995  | 396  | 185  | 51  | 26  | 169  |
|           | 12.10-16.15 | 200  | 1774 | 1640 | 957  | 437  | 230  | 51  | 19  | 149  |
|           | 16.15-20.15 | 200  | 1375 | 880  | 357  | 105  | 45   | 16  | 10  | 140  |
| 4. 7.     | 11.35-20.45 | 200  | 2603 | 2814 | 1410 | 577  | 258  | 86  | 38  | 246  |
| 4./ 5. 7. | 11.45-11.55 | 200  | 3439 | 3927 | 3908 | 2393 | 1008 | 204 | 69  | 440  |
| 5. 7.     | 12.05-20.40 | 200  | 1585 | 2619 | 2488 | 1340 | 619  | 128 | 22  | 306  |
| 9. 7.     | 4.00-12.20  | 200  | 3936 | 3024 | 1241 | 459  | 191  | 124 | 77  | 303  |
| 11. 7.    | 3.50-12.00  | C14  | 6101 | 5397 | 2813 | 675  | 131  | 31  | 26  | 33,0 |
|           | 3.57-12.00  | 200  | 4590 | 4756 | 2393 | 705  | 249  | 67  | 38  | 285  |
| 13. 7.    | 7.25-16.05  | 200  | 2007 | 4780 | 4535 | 1516 | 600  | 156 | 115 | 436  |
| 16. 7.    | 4.00-12.00  | 200o | 3145 | 4192 | 2916 | 1011 | 309  | 96  | 51  | 296  |
|           | 4.20-12.10  | 200u | 3423 | 4418 | 2798 | 903  | 373  | 93  | 45  | 325  |
| 18. 7.    | 4.20-13.10  |      | 2220 | 2606 | 2912 | 2182 | 1107 | 274 | 54  | 351  |
| 20 7.     | 4.00-12.00  | 200  | 1489 | 1923 | 1923 | 1559 | 937  | 293 | 22  | 299  |
| 1. 8.     | 8.45-16.05  | 200  | 2992 | 4893 | 4035 | 1372 | 408  | 114 | 29  | 300  |
| 3. 8.     | 5.05-13.03  | 200  | 4239 | 4083 | 2143 | 497  | 194  | 44  | 28  | 258  |
|           | 5.00-13.00  | C14  | 5932 | 5889 | 2766 | 773  | 168  | 32  | 32  | 34,0 |
| 6. 8.     | 4.30-11.55  | 55   | 1621 | 1630 | 654  | 201  | 41   | 13  | 16  | 153  |
|           | 4.40-12.03  | 200  | 3550 | 4180 | 1592 | 370  | 121  | 41  | 38  | 223  |
|           | 11.40-19.40 | 200  | 2539 | 4425 | 2526 | 612  | 153  | 35  | 32  | 313  |
| 8. 8.     | 10.25-18.05 | 200  | 2724 | 3184 | 2517 | 1078 | 641  | 137 | 80  | 293  |
| 10. 8.    | 9.05-20.30  | 200  | 2874 | 3541 | 3579 | 1173 | 351  | 89  | 67  | 463  |
| 13. 8.    | 4.35-12.15  | 55   | 1630 | 2114 | 963  | 290  | 86   | 31  | 28  | 174  |
|           | 4.45-12.22  | 200  | 3046 | 3840 | 1992 | 775  | 223  | 54  | 41  | 226  |
| 15. 8.    | 7.35-16.05  | 200  | 2516 | 2762 | 1984 | 829  | 746  | 86  | 54  | 264  |
| 17. 8.    | 7.30-15.30  | C14  | 5135 | 4867 | 2316 | 648  | 187  | 80  | 69  | 30,0 |
|           | 7.40-15.20  | 200  | 3639 | 2729 | 2150 | 714  | 264  | 105 | 70  | 248  |
| 20. 8.    | 4.58-12.07  | 200o | 2175 | 3020 | 1961 | 698  | 213  | 54  | 28  | 159  |
|           | 5.10-12.19  | 200u | 2494 | 3036 | 1936 | 644  | 194  | 51  | -12 | 159  |

## Weseby (1972)

| 1          | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21 | 22   |
|------------|-------------|------|------|------|------|------|------|-----|----|------|
| 23. 8.     | 8.15-19.50  | 200  | 2024 | 3528 | 2003 | 561  | 178  | 70  | 54 | 309  |
| 25. 8.     | 7.20-13.15  | 200  | 2089 | 3604 | 2083 | 647  | 20   | 79  | 63 | 204  |
| 27. 8.     | 5.20- 7.24  | 200  | 645  | 408  | 178  | 76   | 63   | 35  | 25 | 60   |
|            | 7.20- 9.29  | 200  | 985  | 1100 | 784  | 334  | 159  | 73  | 73 | 95   |
|            | 9.21-11.26  | 200  | 586  | 985  | 861  | 752  | 165  | 44  | 41 | 76   |
|            | 11.20-13.33 | 200  | 711  | 1084 | 995  | 484  | 178  | 51  | 15 | 66   |
|            | 13.25-15.30 | 200  | 625  | 966  | 803  | 411  | 159  | 35  | 22 | 70   |
|            | 15.20-17.15 | 200  | 724  | 931  | 701  | 312  | 124  | 51  | 41 | 82   |
|            | 17.07-19.17 | 200  | 638  | 484  | 188  | 70   | 31   | 3   | 6  | 63   |
|            | 5.20-12.16  | 200  | 2261 | 2714 | 2108 | 845  | 306  | 66  | 25 | 156  |
|            | 12.10-19.24 | 200  | 1748 | 2756 | 2032 | 816  | 341  | 66  | 19 | 197  |
| 29. 8.     | 7.00-17.50  | 200  | 1159 | 2271 | 2740 | 2405 | 1445 | 395 | 57 | 229  |
| 31. 8.     | 12.15-19.05 | 200  | 1744 | 2756 | 2178 | 928  | 309  | 41  | 15 | 229  |
| 1. 9.      | 8.00-18.00  | 200o | 797  | 1744 | 1926 | 1770 | 2118 | 382 | 66 | 197  |
|            | 8.10-18.05  | 200u | 1253 | 2252 | 2311 | 2041 | 1320 | 401 | 44 | 188  |
| 3. 9.      | 9.20-12.40  | C14  | 416  | 880  | 878  | 785  | 521  | 170 | 26 | 20,0 |
|            | 9.30-12.35  | 200  | 463  | 635  | 664  | 597  | 742  | 128 | 38 | 70   |
|            | 12.10-19.02 | 200o | 408  | 791  | 896  | 785  | 558  | 233 | 51 | 204  |
|            | 12.25-19.08 | 200u | 670  | 1152 | 1139 | 976  | 625  | 242 | 35 | 128  |
| 5. 9.      | 9.20-17.45  | 200  | 1566 | 2881 | 2817 | 2125 | 957  | 230 | 26 | 249  |
| 7. 9.      | 11.55-18.48 | 200  | 1110 | 1129 | 935  | 692  |      | 150 | 22 | 188  |
| 10. 9.     | 6.15-12.19  | 55   | 756  | 510  | 226  | 93   | 35   | 19  | 22 | 160  |
|            | 6.25-12.25  | 200  | 1279 | 817  | 341  | 128  | 45   | 19  | 10 | 175  |
|            | 12.10-19.05 | 200  | 1691 | 1050 | 434  | 156  | 73   | 22  | 13 | 252  |
| 12. 9.     | 11.40-17.20 | 200  | 1034 | 1790 | 1531 | 906  | 354  | 105 | 35 | 169  |
| 14. 9.     | 9.30-18.40  | 200  | 1158 | 1809 | 1621 | 1056 | 530  | 131 | 10 | 169  |
| 14./15. 9. | 18.35-17.25 | 200  | 1206 | 2322 | 2263 | 1665 | 865  | 188 | 32 | 380  |
| 17. 9.     | 12.12-18.30 | 200  | 786  | 1111 | 951  | 603  |      | 99  | 26 | 96   |
|            | 12.02-15.05 | 200  | 443  | 619  | 574  | 396  | 239  | 77  | 19 | 73   |
|            | 11.55-15.10 | C14  | 391  | 576  | 507  | 390  | 184  | 51  | 18 | 12,0 |
| 18./19. 9. | 18.30-17.40 | 200  | 1142 | 1949 | 2093 | 1821 | 1342 | 523 | 70 | 341  |
| 20./22. 9. | 8.10-17.10  | 200  | 1397 | 1952 | 1898 | 1646 | 1222 | 488 | 83 | 530  |
| 24. 9.     | 8.00-13.10  | 200  | 648  | 1283 | 1168 | 683  | 262  | 86  | 32 | 147  |
|            | 8.10-13.20  | 200  | 705  | 1295 | 1228 | 680  | 287  | 80  | 22 | 144  |
|            | 8.25-13.25  | 55   | 370  | 702  | 648  | 341  | 140  | 45  | 26 | 86   |
| 26. 9.     | 7.45-17.20  | 55   | 1585 | 1889 | 1372 | 641  | 287  | 64  | 29 | 169  |
| 27. 9.     | 8.15-17.15  | 55   | 1260 | 1981 | 1873 | 1100 | 546  | 149 | 26 | 166  |
| 1.10.      | 8.00-18.30  | C14o | 375  | 1090 | 1412 | 1104 | 736  | 206 | 25 | 12,5 |
|            | 8.10-13.30  | 200o | 367  | 679  | 756  | 692  | 485  | 195 | 35 | 70   |
|            | 8.25-13.40  | 200u | 424  | 785  | 858  | 778  | 574  | 207 | 38 | 96   |
| 3.10.      | 8.00-16.10  | 200  | 612  | 995  | 1005 | 801  | 536  | 175 | 32 | 96   |
| 5.10.      | 8.25-18.00  | 200  | 424  | 855  | 1037 | 976  | 759  | 297 | 41 | 131  |
| 8.10.      | 7.10-12.55  | 55   |      |      |      | 357  | 309  | 150 | 35 | 41   |
|            | 7.20-12.32  | 200  | 351  | 466  | 501  | 472  | 399  | 201 | 46 | 61   |
|            | 7.30-17.37  | 200  | 440  | 734  | 820  | 804  | 692  | 367 | 83 | 86   |
| 8./9. 10.  | 7.40- 7.40  | 200  | 456  | 737  | 833  | 799  | 695  | 367 | 80 | 207  |
| 11.10.     | 9.50-15.20  |      | 396  | 571  | 635  | 577  | 485  | 271 | 54 | 70   |
| 12./13.10. | 9.10-17.25  | 200  | 1161 | 1869 | 2112 | 1955 | 1451 | 574 | 96 | 396  |
| 15.10.     | 11.50-17.40 | C14  | 202  | 420  | 471  | 397  | 304  | 145 | 31 | 18,5 |
|            | 12.02-17.30 | 200  | 299  | 485  | 520  | 469  | 360  | 169 | 41 | 64   |
|            | 12.15-17.37 | 55   | 252  | 399  | 415  | 364  | 201  | 128 | 38 | 41   |
| 18.10.     | 7.00-17.15  | 200  | 861  | 1353 | 1174 | 644  | 239  | 38  | 0  | 140  |
| 20.10.     | 8.23-17.15  | 200  | 689  | 1254 | 1257 | 900  | 469  | 134 | 16 | 108  |
| 22.10.     | 8.35-12.30  | 55   | 399  | 412  | 309  | 179  | 115  | 51  | 19 | 48   |
|            | 8.25-22.10  | 200  | 801  | 890  | 721  | 443  | 252  | 83  | 13 | 77   |
|            | 8.15-12.20  | 200  | 453  | 482  | 370  | 201  | 118  | 41  | 19 | 48   |



## Weseby (1972)

| 1      | 13          | 14   | 15   | 16   | 17  | 18  | 19  | 20  | 21 | 22  |
|--------|-------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 28.10. | 11.33-17.55 | 55   | 485  | 447  | 364 | 258 | 175 | 86  | 26 | 53  |
|        | 11.45-17.59 | 200  | 466  | 447  | 367 | 236 | 163 | 77  | 16 | 51  |
| 30.10. | 8.20-16.00  | 200  | 737  | 900  | 855 | 737 | 542 | 265 | 64 | 70  |
| 2.11.  | 7.55-17.45  | 200  | 1132 | 1104 | 903 | 606 | 354 | 131 | 16 | 105 |
| 3.11.  | 9.35-13.03  | 200  | 458  | 354  | 217 | 124 | 67  | 34  | 19 | 37  |
|        | 9.25-13.07  | C14  | 434  | 328  | 195 | 96  | 55  | 16  | 9  | 6,6 |
| 5.11.  | 9.30-16.28  | 200o | 893  | 772  | 530 | 325 | 182 | 67  | 13 | 77  |
|        | 9.45-16.35  | 200u | 849  | 743  | 533 | 313 | 147 | 57  | 22 | 71  |
|        | 9.55-16.42  | 55   | 823  | 692  | 488 | 351 | 172 | 67  | 26 | 67  |
| 8.11.  | 8.00-13.16  | 55   | 861  | 900  | 731 | 482 | 278 | 102 | 29 | 67  |
|        | 8.13-13.22  | 200  | 884  | 938  | 782 | 488 | 306 | 105 | 37 | 67  |
| 12.11. | 9.12-14.55  | 55   | 584  | 606  | 447 | 246 | 115 | 31  | 15 | 51  |
|        | 9.25-15.01  | 200  | 577  | 622  | 475 | 271 | 131 | 45  | 13 | 64  |
| 14.11. | 8.20-16.20  | 200  | 463  | 613  | 498 | 258 | 131 | 32  | 3  | 58  |
| 17.11. | 9.55-15.10  | C14  | 372  | 376  | 334 | 211 | 145 | 52  | 11 | 3,3 |
|        | 10.05-15.00 | 200  | 332  | 363  | 303 | 236 | 153 | 77  | 3  | 26  |
|        | 10.17-15.06 | 55   | 287  | 329  | 293 | 211 | 140 | 57  | 16 | 26  |
| 20.11. | 11.25-15.55 | 200  | 99   | 83   | 61  | 38  | 26  | 10  | 9  | 22  |
| 23.11. | 7.50-17.00  | 200  | 335  | 360  | 303 | 220 | 169 | 80  | 16 | 29  |
| 26.11. | 10.35-16.01 | 200  | 166  | 157  | 124 | 93  | 67  | 35  | 10 | 19  |
|        | 10.48-16.09 | 55   | 156  | 153  | 118 | 96  | 67  | 41  | 29 | 32  |
| 30.11. | 9.25-16.01  | 200  | 303  | 268  | 185 |     | 80  | 22  | 0  | 25  |
| 3.12.  | 10.05-16.05 | 55   | 159  | 147  | 114 | 83  | 48  | 22  | 13 | 19  |
|        | 11.17-16.12 | 200  | 179  | 147  | 102 | 67  | 45  | 22  | 3  | 16  |
| 4.12.  | 9.18-14.25  | 55   | 220  | 204  | 153 | 112 | 77  | 38  | 16 | 22  |
|        | 9.29-14.33  | 20   | 233  | 198  | 160 | 108 | 86  | 41  | 16 | 26  |
| 7.12.  | 11.45-16.15 | C14  | 151  | 121  | 86  | 56  | 31  | 15  | 9  | 3,7 |
|        | 11.56-16.13 | 200  | 115  | 89   | 83  | 38  | 29  | 6   | 3  | 19  |
| 10.12. | 8.35-12.31  | 55   | 77   | 73   | 54  | 35  | 39  | 16  | 3  | 10  |
|        | 8.45-12.37  | 200  | 86   | 77   | 50  | 38  | 22  | 19  | 10 | 13  |
| 13.12. | 10.40-15.27 | 55   | 112  | 99   | 73  | 57  | 38  | 22  | 19 | 16  |
|        | 10.30-15.20 | 200  | 112  | 99   | 77  | 57  | 38  | 13  | 0  | 16  |
| 14.12. | 9.45-16.40  | 200  | 124  | 105  | 73  | 54  | 41  | 19  | 6  | 29  |
| 16.12. | 8.11-11.58  | 200o | 86   | 57   | 48  | 32  | 22  | 16  | 26 |     |
|        | 8.24-12.01  | 200u | 45   | 51   | 41  | 26  | 13  | 6   | 0  | 22  |
| 17.12. | 11.58-16.00 | 200  | 77   | 67   | 70  | 64  | 54  | 32  | 16 | 16  |
| 20.12. | 10.52-15.50 | C14  | 169  | 171  | 151 | 124 | 85  | 54  | 18 | 2,6 |
|        | 11.02-15.45 | 200  | 156  | 172  | 147 | 118 | 89  | 54  | 16 | 22  |
| 23.12. | 9.15-16.08  | 200  | 64   | 61   | 57  | 48  | 31  | 22  | 13 | 32  |
|        | 9.31-16.13  | 55   | 54   | 57   | 45  | 38  | 35  | 19  | 3  | 9   |
| 25.12. | 10.40-15.56 | 55   | 57   | 64   | 45  | 34  | 26  | 18  | 6  | 16  |
|        | 10.51-16.04 | 200o | 64   | 61   | 48  | 38  | 32  | 22  | 6  | 16  |
|        | 11.05-16.11 | 200u | 22   | 27   | 22  | 16  | 6   | 3   | 0  | 16  |
| 26.12. | 10.18-15.58 | 55   | 67   | 70   | 70  | 80  | 70  | 54  | 26 | 19  |
|        | 10.05-15.42 | 20   | 57   | 80   | 83  | 77  | 77  | 54  | 32 | 19  |
| 29.12. | 10.35-15.35 | C14  | 44   | 67   | 69  | 73  | 63  | 53  | 26 | 2,2 |
|        | 10.47-15.31 | 100  | 22   | 48   | 51  | 51  | 48  | 41  | 16 |     |
| 1.1.73 | 11.15-15.45 | 200  | 22   | 29   | 26  | 19  | 19  | 6   |    |     |



## Sieseby (1972)

| 1      | 2  | 3     | 4     | 5   | 6   | 7    | 8     | 9  | 10   | 11 |
|--------|----|-------|-------|-----|-----|------|-------|----|------|----|
| 29. 1. | 12 | 0,1   | 14,1  |     | 6   | 2,9  |       |    | 8,1  |    |
|        |    |       | 17,6  |     |     | 2,3  |       |    |      |    |
| 4. 2.  | 13 | -0,3  | 12,6  |     | 7   | 3,1  | 10,7  |    | 8,1/ |    |
|        |    | 0,1   | 14,3  |     |     | 2,9  | 10,6  |    |      |    |
| 14. 2. | 15 | 0,5/  | 12,6  | 300 | 7/  | 3,0  | 11,0  |    | 8,1  |    |
|        |    |       | 13,2  |     |     |      | 10,7  |    |      |    |
| 20. 2. | 16 | 0,6/  | 13,2/ | 300 | 14  | 2,9  | 12,3/ |    | 8,1  |    |
| 21. 2. |    |       |       | 350 |     | 3,0  |       |    |      | 31 |
| 1. 3.  | 13 | 2,2   | 12,3/ | 400 | 13  | 2,9  | 14,4  | 7  | 8,3  |    |
|        |    | 1,8   |       |     | 11  |      | 14,3  | 4  |      |    |
| 9. 3.  | 13 | 2,6/  | 11,2/ | 240 | 31/ | 3,0  | 13,9  | 4  | 8,5  |    |
|        |    |       |       |     |     | 2,9  | 13,8  |    |      |    |
| 17. 3. | 14 | 4,1   | 10,8/ | 140 | 56  | 3,0  | 15,9/ | 10 | 8,6  |    |
|        |    | 4,0   |       |     | 53  |      |       |    |      |    |
| 25. 3. | 13 | 6,6   | 10,6  | 100 | 124 | 3,0  | 14,9  | 17 |      |    |
|        |    | 5,6   | 11,9  |     |     | 2,7  | 12,3s |    |      |    |
| 27. 3. | 18 | 6,4   |       |     |     |      |       |    | 9,2  |    |
| 31. 3. | 13 | 5,7/  | 11,2/ | 130 | 98  | 2,8  | 12,1  | 17 |      |    |
| 8. 4.  | 13 | 8,1   | 11,0/ | 130 | 91  | 2,75 | 11,4  |    | 8,8  |    |
|        |    | 7,9   |       |     |     |      |       |    |      |    |
| 16. 4. | 13 | 9,4/  | 10,8/ | 136 | 69  | 2,75 | 15,0  |    |      |    |
|        |    |       |       |     |     |      | 14,9  |    |      |    |
| 22. 4. | 13 | 9,5   | 10,3  | 130 | 48  | 2,8  | 12,3  | 12 | 8,7  |    |
|        |    | 9,3   |       |     |     |      |       |    |      |    |
| 29. 4. | 13 | 8,8/  | 11,1  | 110 | 48  | 2,7  | 11,8  |    | 8,7  |    |
| 3. 5.  | 11 | 11,5  | 11,3  | 100 | 122 |      |       |    |      |    |
|        |    | 11,1s |       |     |     |      |       |    |      |    |
| 6. 5.  | 13 | 12,2/ | 11,7  | 85  | 178 | 2,7  | 13,7  | 19 | 9,1  |    |
|        |    |       |       |     |     |      | 13,5  |    |      |    |
| 13. 5. | 12 | 14,0  | 11,1  | 60  | 264 | 2,8  | 14,0  | 25 | 9,4  |    |
|        |    | 13,9  | 11,2  |     |     |      | 13,4  |    |      |    |
| 20. 5. | 13 | 14,0  | 10,2  | 70  | 235 | 2,7  | 14,5  | 49 | 9,7  |    |
|        |    | 13,5  | 10,4  |     |     |      |       |    |      |    |
| 27. 5. | 13 | 13,8/ | 9,9   | 50  | 214 | 2,7  | 10,2  | 51 | 9,6  |    |
| 3. 6.  | 13 | 14,4  | 11,9u | 85  | 118 | 2,5  | 12,6  | 27 | 9,5  | 17 |
|        |    | 13,8  | 10,9o |     |     |      | 11,1  |    | 9,3  |    |
| 10. 6. | 10 | 16,8/ | 10,7/ | 90  | 96  | 2,5  | 9,6   | 38 | 9,4  | 12 |
| 17. 6. | 11 | 17,5  | 9,9   | 95  | 62  | 2,5  | 11,0  | 23 | 9,5  | 16 |
|        |    | 16,8  | 11,0  |     |     |      | 9,9   |    | 9,2  |    |
| 24. 6. | 10 | 15,7  | 10,1  | 100 | 67  | 2,6  | 10,2  | 18 | 9,3  | 18 |
|        |    | 15,4s | 10,2  |     |     |      | 9,6   |    |      |    |
| 1. 7.  | 10 | 18,5  | 10,1  | 110 | 50  | 2,45 | 9,7   | 19 | 9,3  | 13 |
|        |    | 17,5s |       |     |     |      | 9,4   |    |      |    |
| 8. 7.  | 11 | 18,9  | 10,6  | 80  | 74  | 2,45 | 8,8   | 27 | 9,2  | 14 |
|        |    |       | 10,5  |     | 83  |      | 8,7   |    |      |    |
| 15. 7. | 11 | 20,2  | 10,7  | 68  | 64u |      | 12,0  | 27 |      |    |
|        |    | 19,4  | 11,3  |     |     |      | 10,3  |    |      |    |
|        | 19 |       |       |     |     | 2,7  | 12,8  |    | 9,5  |    |
|        |    |       |       |     |     |      | 10,9  |    |      |    |
| 19. 7. | 18 | 22,4  | 10,7/ | 72  | 76  | 2,6  | 8,3   |    | 9,6  | 17 |
|        |    | 22,0  |       |     |     |      | 5,8   |    |      |    |
| 1. 8.  | 10 | 20,3/ |       | 55  | 105 |      | 9,3   |    | 9,2  |    |
|        |    |       |       |     |     |      | 4,7   |    |      |    |

## Sieseby (1972)

| 1      | 2  | 3                 | 4     | 5   | 6   | 7    | 8     | 9  | 10   | 11  |
|--------|----|-------------------|-------|-----|-----|------|-------|----|------|-----|
| 5. 8.  | 10 | 19,1              | 9,7   | 58  | 115 | 2,7  | 7,7/  | 27 | 9,2  | 18  |
| 12. 8. | 10 | 20,2              | 10,0/ | 73  | 106 | 2,6  | 11,3  | 31 | 9,3  | 12  |
|        |    | 19,9 <sub>s</sub> |       |     |     |      | 10,3  |    |      |     |
| 19. 8. | 10 | 18,3              | 10,0/ | 66  | 106 | 2,6  | 9,5   | 21 | 9,2/ | 19  |
|        |    | 27,9              |       |     |     |      | 9,3   |    |      |     |
| 26. 8. | 10 | 16,8              | 9,6   | 70  | 84  | 2,6  | 12,1  | 31 | 9,3  | 14  |
|        |    | 17,2              | 10,8  |     |     |      | 8,1   |    | 9,1  |     |
| 2. 9.  | 10 | 18,2              | 10,7/ | 65  | 70  | 2,4  | 8,7   | 33 | 9,3  | 18  |
|        |    | 18,0              |       |     |     |      | 8,5   |    |      |     |
| 9. 9.  | 10 | 18,1/             | 10,8  | 90  | 50  | 2,5  | 7,1   | 19 | 9,1  | 18  |
|        |    |                   | 11,3  |     |     |      | 3,6   |    | 8,8  |     |
| 16. 9. | 10 | 14,2              | 10,5  | 110 | 42  | 2,5  | 7,7   | 15 | 9,1  | 18  |
|        |    | 14,5              | 11,0  |     |     |      | 5,1   |    |      |     |
| 23. 9. | 10 | 13,5              | 10,2/ | 110 | 52  | 2,5  | 8,7   | 36 | 9,0  | 19  |
|        |    | 13,7 <sub>s</sub> |       |     |     |      | 8,6   |    |      |     |
| 30. 9. | 10 | 12,0              | 9,7   | 115 | 49  | 2,6  | 10,2  | 15 | 9,1  | 11  |
|        |    | 12,8              | 12,1  |     |     |      | 6,8   |    | 8,8  |     |
| 7.10.  | 10 | 11,4/             | 10,2/ | 128 | 30  | 2,55 | 10,2  | 9  | 9,0  | 23  |
|        |    |                   |       |     |     |      | 8,6   |    |      |     |
| 14.10. | 10 | 11,1/             | 10,6  | 140 | 23  | 2,5  | 10,2  | 9  | 9,0  | 15  |
|        |    | 11,2 <sub>s</sub> | 10,7  |     |     |      | 10,0  |    |      |     |
| 21.10. | 10 | 8,2               | 10,6  | 140 | 29  | 2,6  | 9,4   | 10 | 8,9  | 24  |
|        |    | 9,3 <sub>s</sub>  | 11,9  |     |     |      |       |    |      |     |
| 29.10. | 10 | 8,8               | 11,6  | 194 | 22  | 2,45 | 10,3  | 6  | 8,7  | 24  |
|        |    | 9,4               | 13,6  |     |     |      | 8,0   |    |      |     |
| 4.11.  | 10 | 9,6               | 11,0  | 195 | 27  | 2,5  | 10,1  | 6  | 8,7  | 2 9 |
|        |    | 9,7               | 12,0  |     |     |      | 9,6   |    |      |     |
| 11.11. | 10 | 8,5/              | 11,2/ | 160 | 25  | 2,5  | 10,0  | 7  | 8,5  | 27  |
| 18.11. | 10 | 4,2               | 13,2  | 250 | 16  | 2,4  | 8,2   | 5  | 8,3  | 28  |
|        |    | 5,0               | 13,8  |     |     |      | 7,8   |    |      |     |
| 25.11. | 10 | 3,7/              | 13,2/ | 265 | 10  | 2,45 | 11,3/ | 5  | 8,1  | 25  |
|        |    | 4,5 <sub>s</sub>  |       |     |     |      |       |    |      |     |
| 3.12.  | 9  | 5,8               | 14,7  | 250 | 8   | 2,45 | 11,0  | 6  | 8,1  | 22  |
|        |    | 6,3               | 17,2  |     |     |      | 10,1  |    |      |     |
| 9.12.  | 9  | 6,0               | 14,6  | 59  | 8   | 2,5  | 10,8  | 5  | 8,1  | 30  |
|        |    | 6,5               | 17,7  |     |     |      | 10,0  |    |      |     |
| 17.12. | 10 | 5,6               | 10,2/ | 290 | 9   | 2,6  | 10,8  | 4  | 8,1  | 30  |
|        |    | 6,6               |       |     |     |      | 9,7   |    |      |     |
| 24.12. | 11 | 3,0               | 13,2  | 300 | 10  | 2,6  | 10,9  | 5  | 8,1  | 30  |
|        |    | 3,1               | 13,7  |     | 8   |      | 10,8  |    |      |     |
|        |    | 3,5 <sub>s</sub>  |       |     |     |      |       |    |      |     |
| 31.12. | 11 | 0,1               | 12,0  | 300 | 10  | 2,8  | 12,3  | 6  | 8,1  | 33  |
|        |    | 0,6               | 12,6  |     |     |      |       |    |      |     |

## Sieseby (1972)

| 1      | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21  | 22  |
|--------|-------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 29. 1. | 12.10-17.00 | 200  | 19   | 6    | 12   | 16   | 19   | 3   | 6   |     |
| 21. 2. | 12.30-17.29 | C14  | 33   | 32   | 30   | 27   | 23   | 16  | 12  |     |
| 22. 2. | 12.15-17.50 | 200o | 77   | 80   | 76   |      | 70   | 57  | 35  | 13  |
|        | 12.30-17.40 | 200  | 76   | 89   | 86   | 89   | 79   | 70  | 41  | 19  |
|        | 12.45-17.50 | 200u | 32   | 41   | 35   | 39   | 32   | 47  | 42  | 12  |
| 1. 3.  | 13.00-18.00 | 200  | 35   | 45   | 49   | 51   | 48   | 41  | 26  | 13  |
| 9. 3.  | 12.50-18.00 | 200o | 204  | 156  | 121  | 93   | 80   | 38  | 22  | 35  |
|        | 12.55-18.15 | 200u | 179  | 157  | 125  | 93   | 64   | 42  | 22  | 35  |
| 17. 3. | 13.15-18.40 | 200o | 433  | 622  | 651  | 583  | 520  | 322 | 89  | 86  |
|        | 13.25-18.50 | 200u | 421  | 552  | 549  | 523  | 418  | 230 | 73  | 51  |
| 25. 3. | 12.30-18.25 | 200  | 1196 | 1661 | 1573 | 1120 | 402  | 252 | 70  | 160 |
|        | 12.45-18.35 | 20   | 836  | 1257 | 1107 | 740  | 443  | 244 | 38  | 131 |
| 31. 3. | 12.30-18.45 | 200  | 1040 | 1034 | 788  | 475  | 290  | 105 | 26  | 121 |
| 8. 4.  | 12.25-19.05 | 20   | 303  | 463  | 389  | 293  | 188  | 95  | 26  | 108 |
|        | 12.35-19.12 | 200  | 1199 | 1257 | 1050 | 718  | 491  | 172 | 38  | 140 |
| 16. 4. | 12.15-20.00 | 20   | 752  | 804  | 667  | 488  | 332  | 163 | 48  | 115 |
|        | 12.25-19.50 | 200  | 1203 | 1235 | 1056 | 836  | 535  | 249 | 64  | 137 |
| 22. 4. | 12.15-19.53 | 20   | 424  | 734  | 743  | 625  | 536  | 303 | 83  | 112 |
|        | 12.25-19.45 | 200  | 542  | 740  | 692  | 641  | 539  | 320 | 86  | 131 |
| 29. 4. | 12.20-19.20 | 20   | 935  | 1097 | 868  | 615  | 453  | 236 | 61  | 93  |
|        | 12.30-19.30 | 200  | 906  | 1014 | 854  | 574  | 402  | 191 | 64  | 93  |
| 3. 5.  | 10.45-18.35 | 20   | 1477 | 2517 | 2498 | 2058 | 1487 | 558 | 137 | 163 |
|        | 10.55-18.40 | 200  | 1053 | 2536 | 2463 | 1991 | 1369 | 549 | 131 | 160 |
| 6. 5.  | 12.45-19.55 | 20   | 1697 | 2287 | 2054 | 1231 | 753  | 249 | 62  | 150 |
|        | 12.35-20.02 | 200  | 1675 | 2394 | 1959 | 1270 | 804  | 268 | 64  |     |
| 13. 5. | 11.35-20.40 | 200o | 2694 | 2766 | 1684 | 737  | 402  | 156 | 77  | 303 |
|        | 11.50-20.50 | 200u | 2629 | 2906 | 2208 | 1203 | 424  | 163 | 48  | 274 |
| 20. 5. | 12.50-20.25 | 20   | 1691 | 2089 | 1506 | 724  | 309  | 112 | 38  | 195 |
|        | 12.40-20.35 | 200  | 1659 | 1975 | 1298 | 565  | 284  | 99  | 41  | 211 |
| 27. 5. | 12.15-20.20 | 200  | 2874 | 2402 | 938  | 405  | 153  | 67  | 42  | 214 |
|        | 12.25-20.30 | 200  | 2080 | 2705 | 1066 | 364  | 185  | 73  | 54  | 217 |
| 3. 6.  | 12.35-21.00 | 200o | 1004 | 826  | 568  | 284  | 156  | 86  | 16  | 147 |
|        | 12.45-21.05 | 200u | 983  | 794  | 485  | 255  | 214  | 64  | 3   | 147 |
| 10. 6. | 9.35-18.50  | 20   | 1869 | 1824 | 1346 | 803  | 498  | 160 | 35  | 246 |
|        | 9.50-18.57  | 200  | 2038 | 2059 | 1560 | 759  | 456  | 147 | 35  | 204 |
| 17. 6. | 10.20-19.00 | 20   | 950  | 1531 | 1591 | 1390 | 1046 | 452 | 108 | 236 |
|        | 10.30-18.55 | 200  | 992  | 1534 | 1552 | 1333 | 1033 | 417 | 108 | 207 |
| 24. 6. | 9.50-19.00  | 20   | 1330 | 1770 | 1844 | 1569 | 1180 | 526 | 137 | 223 |
|        | 10.05-19.10 | 200  | 1190 | 1844 | 1917 | 1627 | 1199 | 532 | 108 | 191 |
| 1. 7.  | 9.55-19.15  | 200u | 1148 | 1206 | 947  | 641  | 443  | 191 |     | 233 |
|        | 10.07-19.25 | 200o | 1171 | 1174 | 928  | 619  | 431  | 169 | 51  | 181 |
| 8. 7.  | 10.10-19.00 | 200o | 2137 | 2568 | 2112 | 1250 | 702  | 156 | 19  | 278 |
|        | 10.25-19.10 | 200u | 2297 | 2574 | 2204 | 1340 | 702  | 143 | 32  | 300 |
| 15. 7. | 10.20-18.50 | 200o | 1043 | 2016 | 2125 | 1962 | 1451 | 584 | 89  | 319 |
|        | 10.30-18.58 | 200u | 973  | 1860 | 1984 | 1758 | 1279 | 418 | 79  | 252 |
| 19. 7. | 8.00-18.00  | 200  | 2928 | 3075 | 3330 | 2858 | 1783 | 569 | 79  | 389 |
| 1. 8.  | 10.10-17.35 | 200  | 2057 | 2542 | 2810 | 1894 | 851  | 220 | 63  | 309 |
| 5. 8.  | 9.35-18.45  | 55   | 2398 | 2727 | 1640 | 657  | 303  | 73  | 29  | 226 |
|        | 9.45-18.55  | 200  | 3021 | 3097 | 2016 | 852  | 332  | 93  | 48  | 255 |
| 12. 8. | 9.50-18.45  | 55   | 1968 | 2759 | 2695 | 1917 | 960  | 271 | 95  | 322 |
|        | 10.05-18.35 | 200  | 2105 | 2880 | 2899 | 1974 | 966  | 280 | 70  | 322 |
| 19. 8. | 9.55-18.00  | 200o | 1483 | 2692 | 2446 | 1604 | 832  | 223 | 51  | 210 |
|        | 10.08-18.08 | 200u | 1887 | 2670 | 2453 | 1537 | 733  | 185 | 38  | 229 |
| 26. 8. | 9.40-18.20  | 200  | 1138 | 1980 | 2099 | 1818 | 1039 | 219 | 38  | 248 |
|        | 9.55-18.27  | 55   | 1038 | 1713 | 1808 | 1553 | 909  | 287 | 60  | 210 |



## Sieseby (1972)

| 1      | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21 | 22  |
|--------|-------------|------|------|------|------|------|------|-----|----|-----|
| 2. 9.  | 9.50-18.05  | 200o | 1212 | 199o | 2o47 | 1656 | 976  | 328 | 47 | 245 |
|        | 10.02-18.13 | 200u | 953  | 1856 | 1968 | 17o3 | 1o35 | 312 | 63 | 185 |
| 9. 9.  | 9.45-17.37  | 55   | 1o37 | 1464 | 1515 | 13o2 | 9o6  | 367 | 54 | 23o |
|        | 9.55-17.30  | 200  |      | 1585 | 16o5 | 14o4 | 995  | 373 | 73 | 217 |
| 16. 9. | 9.48-17.20  | 55   | 731  | 963  | 1o81 | 1o11 | 798  | 376 | 64 | 199 |
|        | 9.55-17.26  | 200  | 8o4  | 1152 | 1263 | 118o | 963  | 453 | 89 | 188 |
| 23. 9. | 10.02-17.33 | 55   | 718  | 1o69 | 1117 | 983  | 74o  | 293 | 51 | 137 |
|        | 10.15-17.43 | 200  | 628  | 1148 |      | 11o1 | 823  | 36o | 64 | 14o |
| 30. 9. | 9.35-16.50  | 200o | 993  | 1o62 | 922  | 715  | 482  | 258 | 99 | 1o5 |
|        | 10.07-16.59 | 200u | 612  | 548  | 4o8  | 287  | 137  | 48  | 61 |     |
| 7.10.  | 1o.05-16.53 | 55   | 456  | 675  | 7o4  | 682  | 596  | 354 | 98 | 73  |
|        | 10.16-16.46 | 200  | 364  | 622  | 699  | 683  | 6o5  | 345 | 96 | 7o  |
| 14.10. | 9.45-16.30  | 55   | 437  | 51o  | 5o7  | 472  | 389  | 246 | 96 | 73  |
|        | 10.00-16.37 | 200  | 456  | 549  | 533  | 485  | 415  | 249 | 93 | 64  |
| 21.10. | 9.55-15.44  | 55   | 182  | 345  | 389  | 389  | 364  | 253 | 85 | 26  |
|        | 10.00-15.52 | 200  | 2o7  | 345  | 392  | 4o2  | 373  | 262 | 99 | 41  |
| 29.10. | 9.52-10.40  | 55   | 354  | 357  | 338  | 265  | 22o  | 14o | 61 | 41  |
|        | 10.05-15.45 | 200  | 35o  | 36o  | 338  | 258  | 223  | 14o | 54 | 32  |
| 4.11.  | 9.44-15.33  | 55   | 38o  | 412  | 37o  | 3o9  | 239  | 144 | 47 | 45  |
|        | 9.55-15.39  | 200  | 424  |      | 373  | 316  | 242  | 137 |    | 45  |
| 11.11. | 9.52-16.03  | 55   | 246  | 265  | 236  | 188  | 147  | 8o  | 29 | 51  |
|        | 9.39-15.53  | 200  | 268  |      | 268  | 217  | 156  | 99  | 29 | 51  |
| 18.11. | 9.10-15.02  | 55   | 1o5  | 137  | 15o  | 153  | 147  | 118 | 67 | 9   |
|        | 9.25-15.10  | 200  | 99   | 14o  | 147  | 144  | 37   | 118 | 67 | 1o  |
| 25.11. | 9.32-14.14  | 55   | 57   | 83   | 89   | 83   | 83   | 7o  | 41 | 19  |
|        | 9.18-14.48  | 200  | 57   | 89   | 1o2  | 95   | 89   | 77  | 44 | 22  |
| 3.12.  | 8.55-14.33  | 55   | 61   | 57   | 51   | 41   | 35   | 22  | 13 | 13  |
|        | 9.10-14.40  | 200  | 67   | 67   | 54   | 41   | 45   | 22  | 6  | 13  |
| 9.12.  | 8.55-14.38  | 55   | 32   | 35   | 32   | 29   | 19   | 19  | 6  | 16  |
|        | 9.10-14.46  | 200  | 41   | 38   | 29   | 22   | 22   | 13  | 1o | 16  |
| 17.12. | 10.13-15.47 | 55   | 89   | 96   | 86   | 77   | 7o   | 51  | 32 | 1o  |
|        | 9.58-15.47  | 200  | 99   | 1o2  | 89   | 77   | 7o   | 51  | 35 | 1o  |
| 24.12. | 10.30-15.52 | 55   | 35   | 38   | 26   | 22   | 22   | 16  | 13 | 9   |
|        | 10.42-15.58 | 200  | 32   | 35   | 29   | 26   | 19   | 13  | 6  | 9   |
|        | 10.56-16.00 |      | 32   | 35   | 26   | 19   | 13   | 1o  | 6  | 9   |
| 31.12. | 10.11-15.21 | 200  | 7o   | 67   | 61   | 57   | 38   | 32  | 1o | 26  |
|        | 10.30-15.15 | 55   | 70   | 67   | 38   | 57   | 57   | 38  | 32 | 26  |

## Rabelsund (1972)

| 1      | 2  | 3            | 4              | 5          | 6   | 7    | 8     | 9  | 10  | 11 | 12 |
|--------|----|--------------|----------------|------------|-----|------|-------|----|-----|----|----|
| 20. 2. | 15 |              | 15,1           | 400        | 3   | 2,5  | 12,8  |    | 8,1 |    |    |
| 12. 3. | 11 | 1,7/         | 13,4/          | 230        | 13  | 2,7  |       | 8  | 8,5 |    |    |
| 20. 3. | 12 | 5,8<br>4,8   | 13,2/          | 265        | 15  | 2,6  | 14,1/ | 6  |     | 25 |    |
| 27. 3. | 11 | 5,2/         | 13,1/          | 150        | 63  | 2,7  | 13,5/ | 20 | 9,0 |    |    |
| 11. 4. | 10 | 7,1<br>6,5   | 13,7           | 150        | 12  | 2,4  |       | 10 | 8,4 |    |    |
| 17. 4. | 12 | 9,2/         | 12,9<br>13,4   | 190        | 27  | 2,5  | 13,4  | 8  |     |    |    |
| 28. 4. | 12 | 8,2/         | 16,1/          | 200        | 3   | 2,1  | 11,3  | 8  | 8,3 |    |    |
|        | 13 | 8,6          | 15,2           | 180        | 10  |      |       | 10 |     |    |    |
|        | 18 | 8,8          | 12,9           | 150        |     |      |       |    | 8,5 |    |    |
| 8. 5.  | 10 | 12,2         | 14,3/          | 110        | 88  | 2,45 | 11,6  | 2  | 8,7 |    |    |
|        | 18 | 13,5<br>12,8 | 14,7           |            |     |      | 11,8  |    |     |    |    |
| 15. 5. | 11 | 14,2<br>14,1 | 14,9           | 150        | 88  | 2,4  | 11,6  | 17 | 8,8 |    |    |
|        | 17 | 14,4<br>14,6 |                | 80         | 125 | 2,5  |       | 26 | 9,1 |    |    |
| 23. 5. | 11 | 14,4<br>12,6 | 12,8/          | 140        | 40  | 2,1  | 11,0  | 11 | 8,7 | 18 | 21 |
|        | 17 | 14,4<br>13,8 | 12,8/          | 150        |     |      |       |    |     |    |    |
| 29. 5. | 12 | 12,6/        | 13,3           | 100        | 80  | 2,4  | 10,6  | 24 | 9,0 |    |    |
|        | 18 | 13,4/        | 12,9           | 90         |     |      | 11,0  |    |     |    |    |
| 5. 6.  | 13 | 15,4<br>14,6 | 14,0<br>14,3   | 145        | 29  | 2,2  | 10,5  | 10 | 8,7 |    |    |
|        | 17 | 16,6<br>16,4 | 14,0           | 140        |     |      | 10,7  |    |     |    |    |
| 12. 6. | 11 | 15,8/        | 14,5u          | 160        | 33  | 2,2  | 9,4u  | 8  | 8,8 | 21 | 23 |
|        | 17 | 15,8<br>15,1 |                |            |     |      |       |    | 8,6 |    |    |
| 20. 6. | 10 | 16,4<br>15,2 | 15,0u<br>14,4u | 160        | 27  | 2,2  | 9,9   | 11 | 8,8 | 21 |    |
|        | 16 | 16,7         | 14,5           |            |     | 2,1  | 9,9   |    | 8,7 |    |    |
| 26. 6. | 12 | 17,9         | 13,3           | 165        | 30  | 2,3  | 11,2  | 10 | 9,0 | 18 |    |
|        | 17 |              |                | 120        |     |      |       |    |     |    |    |
| 3. 7.  | 12 | 16,9/        | 12,7<br>13,0   | 110        | 58  | 2,4  | 8,7   | 11 | 9,0 | 10 | 23 |
| 10. 7. | 9  | 17,6/        | 14,7<br>14,8   | 160        | 34  | 2,15 | 8,6   | 10 | 8,7 | 10 | 22 |
|        | 14 | 18,0         | 13,8u          | 110        | 49  | 2,25 | 9,5   |    | 8,9 |    |    |
| 17. 7. | 9  | 20,6<br>20,4 |                | 140        | 25  | 2,2  | 9,8   | 9  | 8,8 | 17 | 21 |
|        | 13 | 21,7<br>21,2 | 14,5<br>14,4   | 130        |     |      | 11,0  |    | 8,9 |    |    |
| 2. 8.  | 11 | 21,0<br>20,8 |                | 90<br>(59) | 68  | 2,4  | 11,1  |    | 9,4 |    |    |
| 7. 8.  | 11 | 19,9<br>19,6 | 12,7u          | 100        | 54  | 2,3  | 10,1  | 17 | 8,9 | 14 | 23 |
|        | 16 | 21,4<br>20,0 | 12,6           |            |     |      | 11,0  |    | 9,0 |    |    |

## Rabelsund (1972)

|         | 1      | 2                     | 3                     | 4          | 5        | 6          | 7                        | 8      | 9                 | 10      | 11       | 12 |
|---------|--------|-----------------------|-----------------------|------------|----------|------------|--------------------------|--------|-------------------|---------|----------|----|
| 14. 8.  | 11     | 19,9/<br>17           | 13,2/<br>12,3/        | 145<br>115 | 30<br>58 | 2,1        | 9,3<br>9,5               | 12     | 8,8<br>9,0        | 14      |          |    |
| 21. 8.  | 11     | 18,0/<br>16           | 12,8/<br>12,7<br>18,2 | 140<br>110 | 33       | 2,1        |                          | 15     | 8,9<br>8,8<br>8,8 | 15      | 21       |    |
| 28. 8.  | 11     | 18,5<br>18,2          | 13,6/<br>13,5/        | 160<br>145 | 15       | 2,0        | 9,7                      |        | 8,8               | 16      | 21       |    |
| 4. 9.   | 10     | 18,0/<br>18,8         | 11,7/<br>11,1/        | 110<br>220 | 45<br>12 | 2,4<br>2,1 | 7,3<br>7,3<br>7,2<br>8,2 | 23     | 9,0<br>8,4        | 17      | 23       |    |
| 11. 9.  | 12     | 16,1/<br>17           | 14,0<br>14,3<br>12,7  | 300<br>150 | 8        | 2,1<br>2,2 |                          | 9      | 8,7<br>8,7        | 16      | 23       |    |
| 18. 9.  | 11     | 16,4/<br>14,9<br>14,5 | 12,7/<br>12,7/        | 250        | 9        | 2,1        | 8,3<br>8,2               | 8      | 8,7<br>8,7        | 15      |          |    |
| 25. 9.  | 11     | 13,2/<br>11,9/        | 13,7/<br>11,1/        | 600<br>220 | 4<br>12  | 1,8<br>2,1 | 9,4<br>8,8<br>9,2        | 6<br>7 | 8,5<br>8,7        | 14<br>5 | 20<br>23 |    |
| 2.10.   | 11     | 12,0<br>12,8          | 13,8u                 | 220        | 8        | 2,15       | 9,6<br>9,7               | 6      | 8,8               | 20      | 22       |    |
| 16.10.  | 11     | 11,4<br>11,3          | 12,7<br>13,0          | 215        | 7        | 2,1        | 9,1/                     | 6      | 8,7               | 22      | 22       |    |
| 20.10.  | 11     | 9,3<br>9,4            | 13,2u                 | 230        | 10       | 2,1        | 9,9/                     | 8      | 8,6               | 10      | 22       |    |
| 30.10.  | 11     | 10,3/<br>9,2/         | 14,2u<br>13,2/        | 450<br>290 | 5        | 2,2        | 9,4/                     | 5      | 8,4               | 24      | 25       |    |
| 6.11.   | 10     | 9,2/<br>13,4          | 12,8<br>13,4          | 240        | 7        | 2,25       | 9,1/                     | 6      | 8,4               | 27      | 26       |    |
| 14.11.  | 11     | 9,8/<br>6,6/          | 15,8<br>16,4/         | 400<br>290 |          | 2,1<br>2,2 |                          |        | 8,2<br>8,2        |         |          |    |
| 21.11.  | 10     | 4,2/<br>15,7          | 15,6<br>15,7          | 280        | 7        | 2,3        | 10,0/<br>11,0/           | 6<br>8 | 8,1<br>8,1        | 25      | 26       |    |
| 27.11.  | 12     | 4,1/<br>13,5          | 13,4<br>13,5          | 260        | 7        | 2,45       | 11,4/                    |        | 8,1               | 27      | 29       |    |
| 6.12.   | 11     | 6,6<br>6,4            | 14,4/                 | 130        | 10       | 2,5        | 10,9/                    | 20     | 8,1               | 29      | 29       |    |
| 12.12.  | 11     | 5,1<br>5,6            | 15,4<br>17,6          | 180        | 6        | 2,45       | 10,8                     | 7      | 8,1               | 25      |          |    |
| 19.12.  | 10     | 5,7<br>5,9            | 18,3<br>18,8          | 500        | 2        | 2,35       | 9,8/                     | 5      | 8,0               | 24      | 27       |    |
| 30.12.  | 10     | 0,1                   | 14,0u                 | 400        | 5        | 2,65       | 12,5                     | 5      | 8,2               | 31      | 31       |    |
| 20,2.73 | 11     |                       | 11,9/                 | 300        | 14       | 3,1        | 12,2                     |        | 8,1               |         |          |    |
| KÖ      | 2. 3.  | 12                    | 2,2                   | 10,8/      | 170      | 33         | 3,1                      | 12,5   | 5                 | 8,2     |          |    |
| 28. 3.  | 11     | 5,5/                  | 7,9/                  | 78         | 180      | 3,2        | 12,0/                    | 18     | 9,1               |         |          |    |
| 9. 4.   | 11     | 8,4/                  | 8,3                   | 105        | 83       | 3,1        | 12,0                     | 16     | 8,8               |         |          |    |
| LA      | 28. 5. | 13                    | 14,0                  | 0,0        | 350      | 3          | 1,6                      | 4      | 8,2               |         |          |    |
| 20. 6.  | 20     | 17,4                  |                       |            |          |            |                          |        |                   |         |          |    |

KÖ = Königsburg  
LA = Langsee



## Rabelsund (1972)

| 1      | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20  | 21  | 22  |
|--------|-------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 13. 3. | 10.50-17.10 | 200  | 67   | 140  | 220  | 239  | 236  | 214 | 115 | 38  |
|        | 11.00-16.55 | 200  | 54   | 115  | 218  | 246  | 246  | 230 | 125 | 35  |
| 20. 3. | 11.45-17.45 | 200  | 144  | 172  | 217  | 220  | 214  | 195 | 118 | 42  |
| 27. 3. | 10.35-17.35 | 200  | 941  | 1034 | 887  | 673  | 495  | 227 | 70  | 96  |
|        | 11.00-17.35 | 20   | 648  | 660  | 517  | 421  | 284  | 144 | 64  | 86  |
| 11. 4. | 9.20-18.25  | 200  | 303  | 309  | 278  | 259  | 195  | 115 | 70  | 38  |
|        | 9.05-18.35  | 20   | 115  | 134  | 128  | 109  | 96   |     | 32  | 54  |
| 17. 4. | 12.00-18.10 | 200  | 408  | 447  | 431  | 382  | 326  | 223 | 102 | 70  |
|        | 11.50-18.05 | 20   | 348  | 362  | 354  | 316  | 274  | 169 | 73  | 61  |
| 28. 4. | 11.25-18.10 | 200  | 19   | 29   | 42   | 45   | 45   | 44  | 22  | 19  |
|        | 12.40-18.15 | 200  | 35   | 93   | 118  | 134  | 128  | 93  | 61  | 54  |
| 8. 5.  | 9.45-17.10  | 20   | 1056 | 1713 | 1767 | 1578 | 1212 | 616 | 179 | 124 |
|        | 9.55-17.00  | 200  | 1040 | 1719 | 1723 | 1525 | 1193 | 676 | 169 | 108 |
| 15. 5. | 10.10-16.45 | 20   | 319  | 893  | 1276 | 1251 | 1094 | 558 | 147 | 150 |
|        | 10.20-16.35 | 200  | 329  | 951  | 1279 | 1215 | 1062 | 479 | 112 | 134 |
| 23. 5. | 10.55-17.10 | 20   | 211  | 290  | 472  | 552  | 561  | 520 | 300 | 64  |
|        | 11.15-17.15 | 200  | 198  | 341  | 514  | 561  | 558  | 517 | 278 | 48  |
| 29. 5. | 11.20-17.45 | 20   | 239  | 1018 | 1133 | 1053 | 794  | 351 | 83  | 118 |
|        | 11.35-17.55 | 200  | 262  | 842  | 1050 | 974  | 740  | 322 | 80  | 105 |
| 5. 6.  | 12.10-17.33 | 200  | 230  | 383  | 466  | 472  | 456  | 389 | 195 | 73  |
|        | 12.30-17.25 | 200  | 211  | 335  | 424  | 408  | 408  | 364 | 182 | 70  |
| 12. 6. | 10.55-17.00 | 55   | 496  | 570  | 550  | 575  | 371  | 212 | 77  | 73  |
|        | 11.10-17.05 | 55   | 398  | 561  | 549  | 479  | 373  | 214 | 86  | 67  |
| 20. 6. | 10.00-15.10 | 20   | 195  | 415  | 510  | 546  | 536  | 495 | 348 | 89  |
|        | 10.10-17.50 | 200  | 223  | 370  | 507  | 555  | 565  | 514 | 364 | 89  |
| 26. 6. | 11.45-17.25 | 20   | 373  | 565  | 673  | 686  | 673  | 561 | 265 | 109 |
|        | 11.53-17.35 | 200  | 399  | 568  | 664  | 676  | 667  | 533 | 224 | 99  |
| 3. 7.  | 11.15-17.50 | 20   | 1155 | 1353 | 1340 | 1155 | 890  | 453 | 109 | 179 |
|        | 11.25-17.45 | 200  | 1088 | 1367 | 1318 | 1133 | 839  | 415 | 460 | 125 |
| 10. 7. | 8.40-13.50  | 20   | 565  | 628  | 628  | 577  | 475  | 287 | 93  | 83  |
|        | 8.50-13.55  | 200  | 590  | 673  | 692  | 628  | 530  | 297 | 108 | 83  |
| 17. 7. | 8.40-13.25  | 200o | 386  | 498  | 579  | 632  | 606  | 507 | 166 | 99  |
|        | 8.55-13.35  | 200u | 418  | 536  | 638  | 679  | 660  | 520 | 236 | 112 |
| 2. 8.  | 11.10-16.00 |      | 947  | 1413 | 1528 | 1307 | 937  | 373 | 73  | 175 |
| 7. 8.  | 11.00-15.55 | 20   | 610  | 947  | 1129 | 1056 | 842  | 418 | 105 | 166 |
|        | 11.15-16.03 | 200  | 648  | 1059 | 1219 | 1155 | 916  | 431 | 99  | 140 |
| 14. 8. | 10.40-16.20 | 55   | 765  | 848  | 740  | 574  | 417  | 216 | 124 |     |
|        | 10.55-16.30 | 200  | 1832 | 832  | 733  | 634  | 459  | 248 | 82  | 108 |
| 21. 8. | 10.45-16.38 | 200o | 312  | 545  | 775  | 838  | 784  | 519 | 127 | 102 |
|        | 11.00-16.30 | 200u | 299  | 542  | 787  | 842  | 807  | 535 | 165 | 111 |
| 28. 8. | 10.55-16.40 | 55   | 175  | 236  | 334  | 373  | 398  | 370 | 220 | 102 |
|        | 11.05-16.50 | 200  | 258  | 331  | 414  | 478  | 494  | 465 | 319 | 172 |
| 4. 9.  | 9.40-14.35  | 55   | 593  | 967  | 1078 | 1101 | 906  | 453 | 102 | 182 |
|        | 9.55-14.45  | 200  | 600  | 944  | 1346 | 1094 | 919  | 447 | 86  | 169 |
| 11. 9. | 12.07-17.00 | 55   | 86   | 124  | 140  | 137  | 128  | 105 | 45  | 62  |
|        | 12.20-17.08 | 200  | 108  | 134  | 156  | 150  | 169  | 118 | 57  | 77  |
| 18. 9. | 11.05-16.10 | 55   | 195  | 226  | 236  | 336  | 233  | 217 | 134 | 35  |
|        | 10.50-16.05 | 200  | 204  | 236  | 255  | 255  | 263  | 233 | 144 | 45  |
| 25. 9. | 10.42-15.55 | 55   | 45   | 51   | 61   | 63   | 67   | 48  | 54  | 60  |
|        | 10.53-16.03 | 200  | 45   | 67   | 64   | 70   | 70   | 67  | 64  | 22  |
| 2.10.  | 10.23-16.02 | 200o | 102  | 172  | 201  | 226  | 233  | 189 | 108 | 22  |
|        | 10.38-16.10 | 200u | 128  | 179  | 201  | 204  | 217  | 188 | 102 | 22  |
| 9.10.  | 10.20-16.25 | 55   | 211  | 274  | 284  | 293  | 284  | 242 | 137 | 32  |
|        | 10.30-16.35 | 200  | 236  | 306  | 329  | 338  | 332  | 265 | 134 | 45  |
| 16.10. | 10.17-15.28 | 55   | 96   | 134  | 166  | 160  | 160  | 156 | 105 | 26  |
|        | 10.25-15.35 | 200  | 89   | 124  | 140  | 156  | 163  | 153 | 105 | 22  |

## Rabelsund (1972)

| 1      | 13          | 14  | 15 | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22 |
|--------|-------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 20.10. | 10.50-15.50 | 55  | 67 | 99  | 121 | 137 | 147 | 140 | 105 | 16 |
|        | 11.00-15.22 | 200 | 70 | 93  | 115 | 137 | 144 | 160 | 108 | 19 |
| 30.10. | 10.38-15.25 | 55  | 93 | 102 | 96  | 96  | 89  | 77  | 51  | 16 |
|        | 10.52-15.35 | 200 | 73 | 80  | 80  | 80  | 80  | 67  | 41  | 9  |
| 6.11.  | 10.12-15.35 | 55  | 78 | 77  | 70  | 73  | 67  | 54  | 32  | 19 |
|        | 10.22-15.45 |     | 83 | 93  | 80  | 70  | 73  | 64  | 48  | 33 |
| 14.11. | 10.22-14.40 | 44  | 22 | 35  | 38  | 38  | 45  | 38  | 29  | 13 |
|        | 10.36-14.46 |     | 10 | 29  | 35  | 35  | 35  | 35  | 22  | 13 |
| 21.11. | 10.19-15.01 | 55  | 29 | 33  | 35  | 26  | 22  | 13  | 13  | 13 |
|        | 10.06-14.50 | 200 | 45 | 38  | 32  | 22  | 29  | 16  | 10  |    |
| 27.11. | 11.12-15.38 | 200 | 54 | 51  | 41  | 35  | 32  | 26  | 19  | 13 |
|        | 11.25-15.28 | 55  | 41 | 41  | 32  | 22  | 26  | 12  | 6   | 13 |
| 12.12. | 10.47-15.21 | 55  | 6  | 19  | 19  | 19  | 19  | 13  | 3   |    |
|        | 10.30-15.15 | 200 | 16 | 22  | 16  | 16  | 19  | 19  | 10  | 16 |
| 19.12. | 9.49-14.00  | 55  | 10 | 10  | 10  | 10  | 12  | 3   | 3   |    |
|        | 9.34-13.52  |     | 22 | 29  | 13  | 13  |     | 12  | 10  | 9  |
| 30.12. | 10.23-14.55 | 55  | 10 | 22  | 25  | 26  | 19  | 19  | 6   | 6  |
|        | 10.07-14.37 | 200 | 10 | 28  | 28  | 28  | 16  | 28  | 16  | 6  |

## Königsburg (1972; zwischen We und Si)

|        |             |     |      |      |      |      |     |     |     |     |
|--------|-------------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 2. 3.  | 11.50-18.00 | 20  | 147  | 185  | 150  | 172  | 146 | 99  | 44  | 26  |
|        | 12.00-18.07 | 200 | 195  | 185  | 185  | 172  | 147 | 105 | 45  | 35  |
| 28. 3. | 10.10-16.35 | 200 | 380  | 2246 | 2128 | 1094 | 619 | 198 | 102 | 201 |
|        | 10.20-16.45 | 200 | 605  | 2204 | 1885 | 960  | 533 | 214 | 140 | 185 |
| 9. 4.  | 10.40-17.25 | 200 | 1056 | 1008 | 724  | 454  | 287 | 121 | 38  | 185 |

## Windebyer Noor (1972)

| 1      | 2  | 3     | 4    | 5   | 6   | 7    | 8     | 9  | 10    | 11 | 12 |
|--------|----|-------|------|-----|-----|------|-------|----|-------|----|----|
| 11. 3. | 10 | 1,7/  | 3,5/ | 250 | 24  | 3,05 | 13,1/ | 7  | 8,1   |    |    |
|        |    |       |      |     | 22  |      |       |    |       |    |    |
| 19. 3. | 11 | 3,2   | 3,6/ | 165 | 53  | 3,1  | 14,7/ | 7  | 8,5   |    |    |
|        |    | 3,1   |      |     | 51  |      |       |    |       |    |    |
| 26. 3. | 12 | 5,2   | 3,6/ | 150 | 108 | 3,1  | 16,2/ | 14 | 8,8   |    |    |
| 9. 4.  | 13 | 7,2/  | 3,6/ | 220 | 59  | 3,0  | 13,1  | 12 | 9,05  |    |    |
| 23. 4. | 10 | 8,6   |      | 200 | 24  | 2,95 | 13,0/ | 8  | 9,0   |    |    |
| 30. 4. | 13 | 9,0   |      | 195 | 17  |      | 11,1/ | 9  | 8,9   |    |    |
| 1. 5.  | 12 | 10,1  |      | 200 | 13  | 2,95 |       |    | 8,9   |    |    |
| 14. 5. |    | 12,6  |      | 140 | 20  | 3,0  | 10,7  | 9  | 8,7   |    |    |
|        |    | 12,4  |      |     |     |      | 10,4  |    |       |    |    |
| 1. 6.  | 10 | 13,2/ |      | 160 | 14  | 3,0  | 10,6o | 9  | 8,7   | 30 | 33 |
|        |    |       |      |     | 23  |      |       |    |       |    |    |
| 2. 6.  | 9  | 14,7  |      |     |     |      | 11,7  |    | 8,65u |    |    |
|        |    | 14,0  |      |     |     |      |       |    |       |    |    |
| 13. 6. | 10 | 16,3  |      | 150 | 21  | 3,0  | 7,7/  | 7  | 8,65  | 30 | 33 |
|        |    | 16,4  |      |     |     |      |       |    |       |    |    |
| 25. 6. | 10 | 17,2  |      | 120 | 42  | 3,0  | 12,1  | 14 | 8,85  | 32 | 32 |
|        |    | 16,4  |      |     |     |      | 10,5  |    |       |    |    |
| 6. 7.  | 8  | 17,2  |      | 130 | 45  | 3,05 | 10,7  |    | 9,0   | 32 | 31 |
|        |    | 16,9  |      |     |     |      | 10,1  |    |       |    |    |
| 16. 7. | 8  | 19,1  |      | 130 | 26  | 3,0  | 10,4  | 10 | 9,05  | 31 | 30 |
|        |    | 18,4  |      |     |     |      | 7,1   |    | 8,9   |    |    |
| 3. 8.  | 8  | 20,9  |      | 90  | 92  | 2,95 | 12,0  |    | 9,3   | 26 | 26 |
|        |    | 20,0  |      |     |     |      | 6,8   |    | 9,1   |    |    |
| 17. 8. | 10 | 19,4/ |      | 105 | 79  | 3,0  |       | 19 | 9,3   | 27 | 27 |
| 29. 8. |    |       |      | 130 |     |      |       |    |       |    |    |
| 6. 9.  | 8  | 18,3  |      | 185 | 18  | 3,05 | 9,6   | 9  | 9,3   | 25 | 25 |
|        |    | 18,0  |      |     | 24  |      | 9,1   |    | 9,15  |    |    |
| 13. 9. | 9  | 15,9/ |      | 150 | 29  | 3,0  | 8,2   | 9  | 9,2/  | 24 | 29 |
| 28. 9. | 9  | 13,6/ |      | 115 | 50  | 3,05 | 10,9  | 14 | 9,3   |    |    |
|        |    |       |      |     |     |      | 10,4  |    |       |    |    |
| 29. 9. | 8  | 13,5/ |      | 115 | 72  |      |       |    | 9,25  | 24 | 29 |
| 10.10. | 9  | 11,9  |      | 125 | 39  |      | 11,0u |    |       |    |    |
|        |    | 12,1  |      |     |     |      |       |    |       |    |    |
| 18.10. | 9  | 11,1  | 1,8/ | 117 | 41  | 3,0  | 11,1  | 15 | 9,3   | 23 | 28 |
|        |    | 10,8  |      |     |     |      | 10,8  |    |       |    |    |
| 2.11.  | 10 | 9,6/  |      | 165 | 28  | 3,0  | 10,8/ | 11 | 9,15  | 28 | 30 |
| 14.11. |    | 7,3/  |      | 160 | 23  | 3,0  | 10,8u | 8  | 9,1   | 29 | 30 |
| 5.12.  | 11 | 5,1/  | 3,8/ | 220 | 14  | 3,0  | 12,1/ | 7  | 8,7   | 31 | 34 |
| 15.12. | 10 | 5,9   |      | 230 | 14  | 2,95 | 12,1/ | 7  | 8,5   | 31 | 34 |
|        |    | 5,6   |      |     |     |      |       |    |       |    |    |
| 20.12. |    | 5,3   |      |     | 12  |      |       |    |       |    |    |
|        |    | 5,4   |      |     |     |      |       |    |       |    |    |
| 28.12. | 11 | 2,6/  | 3,8/ | 280 | 11  | 2,95 | 12,6u | 5  | 8,5   | 30 | 34 |
| 3.2.73 | 11 | 3,0   |      | 250 | 42  | 2,9  |       |    | 8,55  |    |    |



## Windebyer Noor (1972)

| 1      | 13          | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21  | 23 | 22  |
|--------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|-----|
| 11. 3. | 9.55-15.40  | 200  | 0    | 42   | 138  | 158  | 147  | 147  | 118 |    | 32  |
|        | 10.05-15.45 | 200  | 22   | 51   | 112  | 147  | 150  | 154  | 122 |    | 32  |
| 19. 3. | 10.30-17.00 | 200o | 259  | 413  | 528  | 608  |      | 473  | 163 | 61 | 45  |
|        | 10.40-17.15 | 200u | 262  | 522  | 637  | 611  | 598  | 451  | 166 | 64 | 45  |
| 26. 3. | 12.00-18.45 | 200  | 112o | 1021 | 865  | 517  | 329  | 163  | 64  | 0  | 73  |
|        | 12.15-18.30 | 20   | 75o  | 621  | 488  | 297  | 198  | 128  | 35  | 10 | 54  |
| 9. 4.  | 12.30-18.48 | 200  | 386  | 389  | 329  | 278  | 217  | 134  | 48  | 22 | 54  |
|        | 12.45-19.00 | 20   | 156  | 153  | 121  | 93   | 80   | 70   | 22  | 0  | 22  |
| 23. 4. | 9.45-16.35  | 200  | 96   | 172  | 262  |      | 306  | 297  | 214 | 96 | 42  |
|        | 10.00-16.45 | 20   | 26   | 86   | 134  | 147  | 156  | 172  | 115 | 51 | 26  |
| 30. 4. | 12.40-19.50 | 200  | 93   | 112  | 115  | 118  | 99   | 73   | 35  | 13 | 38  |
|        | 12.30-18.00 | 20   | 77   | 99   | 89   | 96   | 80   | 70   | 29  | 3  | 26  |
| 1. 5.  | 11.30-19.09 | 200  | 54   | 99   | 128  | 144  | 153  | 137  | 93  | 48 | 40  |
|        | 11.55-19.25 | 200  | 96   | 115  | 137  | 153  | 147  | 147  | 86  | 38 | 42  |
| 14. 5. | 12.25-20.35 | 20o  | 182  | 239  | 354  | 368  | 226  | 179  | 67  | 29 | 54  |
|        | 12.40-20.25 | 200o | 169  | 252  | 296  | 290  | 262  | 191  | 57  | 16 | 51  |
|        | 12.55-20.45 | 200u | 204  | 290  | 316  | 300  | 274  | 191  | 67  |    | 57  |
| 1. 6.  | 9.15-19.30  | 20   | 230  | 466  | 434  | 373  | 338  | 325  | 182 |    | 54  |
|        | 9.20-19.37  | 200  | 376  | 571  | 689  | 683  | 667  | 555  | 278 |    | 86  |
| 2. 6.  | 9.05-20.05  | 200  | 389  | 558  | 679  | 705  | 686  | 587  | 319 | 70 | 115 |
| 13. 6. | 9.05-20.30  | 200  | 715  | 983  | 1155 | 1148 | 1085 | 884  | 450 | 35 | 140 |
|        | 9.15-20.40  |      | 526  | 954  | 1088 | 1104 | 979  | 798  | 367 | 0  | 121 |
| 25. 6. | 10.05-18.23 | 20   | 402  | 613  | 705  | 715  | 638  | 402  | 118 | 22 | 115 |
|        | 10.15-18.30 | 200  |      | 1155 | 1362 | 1282 | 1164 | 731  | 191 | 13 | 137 |
| 6. 7.  | 7.55-19.25  | 200o | 641  | 1225 | 1589 | 1659 | 1776 | 1247 | 392 | 10 | 144 |
|        | 8.15-19.33  | 200  | 505  | 1069 | 1503 | 1585 | 1509 | 1219 | 376 | 10 | 137 |
| 16. 7. | 7.30-16.30  | 55   | 360  | 584  | 721  | 766  | 766  | 679  | 309 | 35 | 86  |
|        | 7.50-16.38  | 200  | 418  | 654  | 941  | 947  | 976  | 861  | 351 | 6  | 108 |
| 3. 8.  | 7.15-15.40  | 20   | 188  | 172  | 143  | 102  | 89   | 25   | 12  | 3  | 38  |
|        | 7.30-15.55  | 200  | 2005 | 2615 | 2363 | 1596 | 845  | 299  | 822 | 41 | 197 |
| 17. 8. | 9.35-17.38  | 55   | 749  | 905  | 829  | 574  | 347  | 133  | 25  | 0  | 66  |
|        | 9.48-17.47  | 200  | 1489 | 1898 | 1703 | 1180 | 756  | 258  | 98  | 19 | 105 |
| 20. 8. | 6.45-14.55  | 200  | 1269 |      | 2520 | 2118 | 1394 | 481  | 70  |    | 95  |
| 29. 8. | 8.30-16.40  | 200  | 357  | 657  | 969  | 1055 | 1046 | 826  | 216 |    | 95  |
| 6. 9.  | 7.55-18.00  | 200o | 383  | 498  | 581  | 603  | 587  | 533  | 262 | 38 | 99  |
|        | 8.10-17.55  | 200u | 319  | 459  |      | 590  | 577  | 514  | 277 | 13 | 80  |
| 15. 9. | 8.20-25.50  | 55   | 268  | 501  | 676  | 711  | 686  | 520  | 166 | 12 | 57  |
|        | 8.10-15.40  | 200  | 211  | 383  | 504  | 514  | 479  | 373  | 102 | 0  | 61  |
| 28. 9. | 8.22-16.50  | 55   | 329  | 505  | 565  | 526  | 412  | 191  | 42  | 0  | 42  |
|        | 8.33-17.01  | 200  | 641  | 976  | 1123 | 1037 | 775  | 392  | 93  | 32 | 80  |
| 29. 9. | 8.20-16.45  | 200  | 1158 | 1359 | 1286 | 1053 | 679  | 309  | 80  | 29 | 80  |
| 10.10. | 8.35-15.55  | 200  | 223  | 466  | 724  | 778  | 699  | 392  | 89  | 3  | 45  |
| 18.10. | 8.17-15.43  | 55   | 118  | 207  | 271  | 293  | 271  | 150  | 29  |    | 35  |
|        | 8.30-15.50  | 200  | 137  | 331  | 539  | 574  | 533  | 300  | 70  |    | 38  |
| 2.11.  | 9.40-16.53  | 55   | 70   | 89   | 124  | 102  | 86   | 61   | 10  |    | 13  |
|        | 9.30-16.43  | 200  | 131  | 195  | 230  | 220  | 188  | 128  | 48  | 22 | 35  |
| 15.11. | 8.37-15.17  | 55   | 51   | 53   | 99   | 89   | 77   | 48   | 19  |    | 13  |
|        | 8.52-15.07  | 200  | 96   | 138  | 140  | 144  | 137  | 89   | 28  | 10 | 16  |
| 5.12.  | 10.16-15.31 | 55   | 45   | 67   | 64   | 54   | 41   | 35   | 13  | 0  | 6   |
|        | 10.31-15.40 | 200  |      | 70   | 73   | 70   | 64   | 45   | 22  | 13 | 10  |
| 15.12. | 10.13-16.44 | 55   | 70   | 77   | 64   | 51   | 54   | 33   | 38  |    |     |
|        | 10.00-16.37 | 200  | 80   | 86   | 67   | 64   | 51   | 41   | 22  | 0  | 10  |
| 20.12. | 9.40-14.55  | 200  | 77   | 86   | 89   | 86   | 70   | 54   | 29  | 10 | 19  |
| 28.12. | 10.20-16.01 | 55o  | 35   | 48   | 51   | 54   | 51   | 48   | 32  | 9  | 13  |
|        | 10.06-15.51 | 200o | 45   | 64   | 70   | 73   | 61   | 54   | 32  |    | 13  |
|        | 10.37-16.10 | 200u | 32   | 51   | 61   | 57   | 64   | 45   | 19  |    |     |

## Station Weseby

Photometermessungen: % des Lichts unter der Oberfläche (= 100 %)

|           | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | cm | Tiefe |
|-----------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------|
| 19. 7. 71 | 62 | 28 | 8  | 2  | 0,6 |     |     |     |     |    |       |
| 22. 7.    | 66 | 36 | 13 | 5  | 2   | 0,2 |     |     |     |    |       |
| 25. 7.    | 70 | 42 | 17 | 7  | 3   | 0,5 | 0,2 |     |     |    |       |
| 26. 8.    | 67 | 27 | 7  | 2  | 0,5 |     |     |     |     |    |       |
| 9. 9.     | 67 | 37 | 15 | 6  | 2   | 0,3 |     |     |     |    |       |
| 23. 9.    | 77 | 50 | 24 | 12 | 6   | 1,5 |     |     |     |    |       |
| 30. 9.    | 78 | 54 | 27 | 16 | 8   | 4   | 0,8 |     |     |    |       |
| 16.10.    | 75 | 50 | 25 | 13 | 6   | 2   |     |     |     |    |       |
| 23.10.    | 55 | 22 | 5  | 1  |     |     |     |     |     |    |       |
| 29.10.    | 81 | 67 | 44 | 29 | 20  | 9   | 4   | 2   | 1   |    |       |
| 26.11.    | 86 | 64 | 43 | 27 | 17  | 9   | 3   |     |     |    |       |
| 3.12.     | 89 | 74 | 58 | 40 | 29  | 16  | 9   | 3   |     |    |       |
| 28.12.    |    | 69 | 51 |    | 26  |     | 7   |     | 2   |    |       |
| 2. 1. 72  |    | 78 | 61 | 48 | 35  | 22  | 13  |     | 4   |    |       |
| 23. 1.    | 92 | 76 | 60 | 45 | 36  |     | 13  |     | 4   |    |       |
| 19. 3.    | 88 | 71 | 52 | 36 | 26  | 13  | 7   | 3   | 2   |    |       |
| 10. 4.    | 86 | 63 | 43 | 27 | 17  | 7   | 3   | 1   | 0,5 |    |       |
| 22. 4.    | 82 | 68 | 43 | 28 | 19  | 8   | 4   | 2   | 0,6 |    |       |
| 1. 5.     | 77 | 54 | 29 | 15 | 8   | 2   | 0,7 |     |     |    |       |
| 18. 5.    | 74 | 47 | 22 | 13 | 5   | 1   | 0,2 |     |     |    |       |
| 4. 6.     | 73 | 46 | 21 | 10 | 4   | 1   |     |     |     |    |       |
| 25. 6.    | 85 | 65 | 42 | 26 | 18  | 7   | 3   | 1   |     |    |       |

Tagessummen der Globalstrahlung von 1971 (Wetteramt Schleswig;  
Werte für Januar - März und Aug. ergänzt mit Werten des  
Max-Planck-Instituts für Limnologie in Plön) als  $\text{cal/cm}^2/\text{d}$ .

|     | J  | F   | M   | A   | M   | J   | J   | A   | S   | O   | N   | D   |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.  | 14 | 110 | 162 | 79  | 609 | 535 | 662 | 581 | 260 | 114 | 114 | 18  |
| 2.  | 14 | 36  | 215 | 231 | 605 | 631 | 684 | 373 | 290 | 115 | 25  | 9,4 |
| 3.  | 58 | 76  | 204 | 75  | 563 | 629 | 650 | 412 | 120 | 98  | 153 | 34  |
| 4.  | 42 | 28  | 194 | 118 | 505 | 631 | 633 | 435 | 161 | 303 | 30  | 2,4 |
| 5.  | 33 | 122 | 108 | 63  | 490 | 465 | 612 | 392 | 270 | 259 | 63  | 37  |
| 6.  | 42 | 113 | 224 | 55  | 600 | 621 | 681 | 404 | 430 | 260 | 92  | 11  |
| 7.  | 46 | 38  | 175 | 95  | 578 | 533 | 657 | 238 | 435 | 99  | 89  | 44  |
| 8.  | 5  | 17  | 78  | 151 | 382 | 157 | 672 | 363 | 417 | 39  | 86  | 70  |
| 9.  | 61 | 13  | 88  | 152 | 361 | 308 | 516 | 153 | 362 | 41  | 72  | 2   |
| 10. | 64 | 55  | 212 | 187 | 563 | 150 | 637 | 128 | 156 | 129 | 169 | 42  |
| 11. | 86 | 43  | 305 | 243 | 536 | 220 | 645 | 276 | 382 | 32  | 117 | 9   |
| 12. | 74 | 40  | 192 | 306 | 480 | 165 | 447 | 527 | 131 | 88  | 136 | 30  |
| 13. | 61 | 40  | 114 | 452 | 521 | 574 | 227 | 268 | 127 | 40  | 4,8 |     |
| 14. | 65 | 79  | 120 | 503 | 640 | 264 | 194 | 335 | 347 | 260 | 109 | 9   |
| 15. | 75 | 129 | 182 | 487 | 310 | 56  | 260 | 253 | 326 | 289 | 17  | 59  |
| 16. | 7  | 96  | 163 | 123 | 373 | 503 | 521 | 345 | 342 | 158 | 12  | 45  |
| 17. | 25 | 42  | 170 | 365 | 497 | 393 | 438 | 427 | 203 | 93  | 69  | 10  |
| 18. | 60 | 49  | 161 | 300 | 449 | 534 | 383 | 476 | 95  | 39  | 51  | 5,4 |
| 19. | 9  | 13  | 137 | 360 | 511 | 279 | 295 | 441 | 283 | 28  | 111 | 25  |
| 20. | 39 | 50  | 240 | 347 | 529 | 204 | 429 | 347 | 207 | 136 | 81  | 10  |
| 21. | 38 | 28  | 72  | 550 | 480 | 202 | 340 | 383 | 239 | 134 | 15  | 18  |
| 22. | 20 | 83  | 104 | 521 | 622 | 279 | 402 | 696 | 299 | 52  | 9,6 | 32  |
| 23. | 49 | 201 | 365 | 442 | 473 | 300 | 374 | 460 | 196 | 200 | 25  | 35  |
| 24. | 50 | 57  | 32  | 316 | 172 | 500 | 269 | 428 | 148 | 32  | 63  | 1,4 |
| 25. | 23 | 132 | 73  | 510 | 83  | 417 | 348 | 489 | 153 | 132 | 93  | 4,2 |
| 26. | 4  | 115 | 185 | 437 | 136 | 362 | 398 | 408 | 154 | 215 | 0,4 | 7   |
| 27. | 24 | 43  | 218 | 427 | 422 | 174 | 462 | 252 | 278 | 195 | 3,4 | 2,7 |
| 28. | 6  | 68  | 340 | 400 | 201 | 327 | 250 | 195 | 103 | 5,8 | 67  |     |
| 29. | 8  |     | 233 | 345 | 253 | 556 | 314 | 510 | 205 | 175 | 16  | 9   |
| 30. | 39 |     | 87  | 330 | 598 | 545 | 285 | 320 | 80  | 166 | 34  | 40  |
| 31. | 75 |     | 73  |     | 500 |     | 523 | 340 |     | 48  |     | 6,5 |
| Ø   | 39 | 69  | 168 | 299 | 455 | 382 | 469 | 364 | 241 | 134 | 63  | 18  |



Tagessummen der Globalstrahlung von 1972 (Wetteramt Schleswig)  
cal /cm<sup>2</sup> / d.

|     | J   | F   | M   | A   | M   | J   | J   | A   | S   | O   | N   | D   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.  | 28  | 112 | 219 | 349 | 368 | 489 | 121 | 453 | 452 | 226 | 52  | 35  |
| 2.  | 9,9 | 39  | 71  | 54  | 512 | 438 | 213 | 431 | 466 | 257 | 55  | 13  |
| 3.  | 3,7 | 103 | 32  | 211 | 524 | 246 | 288 | 334 | 362 | 169 | 12  | 14  |
| 4.  | 5,1 | 65  | 64  | 284 | 254 | 402 | 117 | 342 | 418 | 177 | 42  | 19  |
| 5.  | 40  | 95  | 31  | 153 | 256 | 543 | 621 | 209 | 417 | 248 | 22  | 26  |
| 6.  | 5,4 | 94  | 85  | 133 | 438 | 357 | 591 | 497 | 355 | 183 | 36  | 2,2 |
| 7.  | 21  | 23  | 165 | 116 | 411 | 628 | 519 | 488 | 223 | 243 | 8,5 | 9,8 |
| 8.  | 15  | 36  | 39  | 231 | 315 | 135 | 249 | 329 | 237 | 252 | 80  | 6,4 |
| 9.  | 47  | 90  | 31  | 114 | 379 | 587 | 124 | 452 | 267 | 242 | 56  | 2,8 |
| 10. | 72  | 27  | 29  | 121 | 330 | 194 | 281 | 529 | 44  | 221 | 8,2 | 17  |
| 11. | 44  | 14  | 327 | 162 | 529 | 541 | 438 | 238 | 227 | 197 | 41  | 56  |
| 12. | 22  | 63  | 335 | 411 | 567 | 223 | 637 | 547 | 266 | 250 | 73  | 41  |
| 13. | 26  | 34  | 325 | 360 | 429 | 530 | 646 | 343 | 219 | 239 | 100 | 4,4 |
| 14. | 65  | 25  | 260 | 252 | 561 | 550 | 637 | 226 | 160 | 141 | 105 | 3,4 |
| 15. | 70  | 64  | 258 | 101 | 392 | 463 | 547 | 209 | 354 | 231 | 47  | 11  |
| 16. | 88  | 85  | 284 | 174 | 652 | 718 | 602 | 280 | 319 | 148 | 16  | 24  |
| 17. | 89  | 62  | 304 | 150 | 46  | 525 | 541 | 286 | 228 | 115 | 47  | 35  |
| 18. | 76  | 25  | 305 | 125 | 388 | 393 | 566 | 395 | 359 | 224 | 106 | 16  |
| 19. | 19  | 15  | 316 | 115 | 520 | 365 | 607 | 465 | 338 | 88  | 94  | 16  |
| 20. | 16  | 15  | 263 | 453 | 356 | 550 | 631 | 425 | 196 | 169 | 2,6 | 36  |
| 21. | 18  | 25  | 123 | 489 | 277 | 192 | 538 | 368 | 194 | 203 | 9   | 42  |
| 22. | 18  | 112 | 308 | 419 | 304 | 281 | 529 | 341 | 117 | 50  | 25  | 53  |
| 23. | 47  | 42  | 234 | 414 | 625 | 314 | 284 | 225 | 281 | 41  | 54  | 1,3 |
| 24. | 50  | 141 | 374 | 509 | 261 | 542 | 363 | 242 | 321 | 164 | 33  | 6,4 |
| 25. | 19  | 31  | 375 | 436 | 444 | 513 | 375 | 455 | 202 | 54  | 71  | 8,1 |
| 26. | 119 | 17  | 95  | 185 | 393 | 569 | 238 | 364 | 110 | 151 | 19  | 51  |
| 27. | 33  | 77  | 114 | 421 | 223 | 674 | 364 | 423 | 230 | 83  | 2,3 | 21  |
| 28. | 26  | 32  | 237 | 475 | 223 | 493 | 428 | 416 | 182 | 34  | 3,4 | 40  |
| 29. | 94  | 234 | 265 | 243 | 352 | 234 | 441 | 433 | 71  | 42  | 15  | 64  |
| 30. | 44  |     | 81  | 209 | 263 | 300 | 86  | 330 | 78  | 83  | 17  | 69  |
| 31. | 59  |     | 56  |     | 212 |     | 141 | 431 |     | 46  |     | 59  |
| Ø   | 42  | 61  | 193 | 259 | 377 | 427 | 411 | 371 | 253 | 163 | 40  | 25  |

Nanoplankton ( 1 - 4  $\mu\text{m}$ ) der Schlei nach Zählungen von  
JÜRGENS (ohne farblose Flagellaten): Zellen/1000 ml.

|           | Arnis            | (Lindaunis)<br>Q 39 | (Stexwig)<br>H 57 |
|-----------|------------------|---------------------|-------------------|
| 2. 3.1972 | -                | $1,5 \cdot 10^8$    | $4,8 \cdot 10^8$  |
| 16. 3.    | $1,1 \cdot 10^9$ | $9,3 \cdot 10^8$    | $6,4 \cdot 10^8$  |
| 29. 3.    | $1,3 \cdot 10^9$ | $2,3 \cdot 10^9$    | -                 |
| 13. 4.    | $2,5 \cdot 10^9$ | $1,4 \cdot 10^9$    | $3,8 \cdot 10^9$  |
| 27. 4.    | $2,5 \cdot 10^8$ | $2,5 \cdot 10^9$    | $6,3 \cdot 10^9$  |
| 10. 5.    | $5,3 \cdot 10^9$ | $3,6 \cdot 10^9$    | $7,4 \cdot 10^9$  |
| 16. 5.    | $8,0 \cdot 10^9$ | $3,4 \cdot 10^9$    | $8,3 \cdot 10^9$  |
| 8. 6.     | $4,1 \cdot 10^9$ | $1,3 \cdot 10^9$    | $4,7 \cdot 10^9$  |
| 22. 6.    | $4,5 \cdot 10^9$ | $6,6 \cdot 10^9$    | $3,4 \cdot 10^9$  |
| 6. 7.     | $3,6 \cdot 10^9$ | $4,6 \cdot 10^8$    | $4,9 \cdot 10^9$  |
| 20. 7.    | $7,2 \cdot 10^9$ | $5,1 \cdot 10^8$    | $4,1 \cdot 10^9$  |
| 3. 8.     | $5,6 \cdot 10^9$ | $3,7 \cdot 10^8$    | $3,8 \cdot 10^9$  |
| 17. 8.    | $7,9 \cdot 10^9$ | $5,5 \cdot 10^8$    | $6,0 \cdot 10^9$  |
| 31. 8.    | $3,7 \cdot 10^9$ | $3,9 \cdot 10^8$    | $3,2 \cdot 10^9$  |
| 14. 9.    | $1,1 \cdot 10^9$ | $4,0 \cdot 10^8$    | $3,7 \cdot 10^9$  |
| 28. 9.    | $9,8 \cdot 10^8$ | $3,4 \cdot 10^8$    | -                 |
| 17.10.    | $1,5 \cdot 10^9$ | $6,5 \cdot 10^8$    | $1,8 \cdot 10^9$  |
| 16.11.    | $2,9 \cdot 10^9$ | $2,9 \cdot 10^8$    | $1,7 \cdot 10^9$  |
| 16.12.    | $9,3 \cdot 10^8$ | $1,3 \cdot 10^9$    | $4,8 \cdot 10^8$  |

Utermöhlplankton der Schlei nach Zählungen von JÜRGENS (ohne farblose Flagellaten)  
 Reihenfolge der Stationen: Arnis - Tonne Q 39 (Lindaunis) - Tonne H 57 (Stexwig),  
 Angaben pro 1000 ml,  $\times 10^5$

|         | 2. 3. 72  |     | 16. 3. |     | 29. 3. |      | 13. 4. |     | 25. 4. |     |
|---------|-----------|-----|--------|-----|--------|------|--------|-----|--------|-----|
| Diat.   | 1,5       | 3   | 4,5    | 15  | 48     | 332  | 156,5  | 10  | 127    | 31  |
| Chlor.  | 1         | 116 | 1,5    | 158 | 303    | 54,5 | 53     | 187 | 1,5    | 95  |
| Cyan.   | 2,2       | 2   | -      | 3   | 9      | 6    | 11,5   | 30  | -      | 5   |
| Dinofl. | -         | -   | -      | -   | 3      | -    | -      | -   | -      | -   |
| Chrys.  | -         | 22  | 2      | -   | 1      | 4    | 9      | 2   | 3      | 22  |
| Crypt.  | 2,5       | 8   | 0      | 10  | 8      | 20   | -      | -   | -      | -   |
| Silic.  | -         | -   | -      | 6   | 18     | 7    | -      | -   | 1      | -   |
| Eugl.   | 1,5       | 53  | 1      | 62  | -      | 32   | 1      | 1   | 1      | -   |
|         | 10. 5. 72 |     | 16. 5. |     | 8. 6.  |      | 22. 6. |     | 6. 7.  |     |
| Diat.   | 1,5       | 3   | 0,5    | 7   | 8      | 1,5  | 4,5    | 13  | 187    | 8   |
| Chlor.  | 83        | 57  | 75     | 8   | 26     | 48   | 28,5   | 24  | 18     | 36  |
| Cyan.   | 1,5       | 10  | 2      | 18  | 32     | 141  | 41     | 134 | 122    | 237 |
| Dinofl. | -         | -   | -      | -   | -      | -    | -      | -   | -      | -   |
| Chrys.  | 10,5      | 8   | 17,5   | 10  | 7      | 49,5 | 88,5   | 8   | 90     | 11  |
| Crypt.  | -         | -   | -      | -   | -      | 3    | -      | -   | -      | 1   |
| Silic.  | -         | -   | 1,5    | -   | -      | -    | 2,5    | -   | 1      | -   |
| Eugl.   | -         | 1   | -      | -   | 1      | 1    | 1      | 6   | 1      | -   |



## Utermöhlplankton der Schlei (Fortsetzung)

|         | 20. 7. 72 |     |     | 3. 8. |     |     | 17. 8. |     |     | 31. 8. |     |     | 14. 9. |    |  |
|---------|-----------|-----|-----|-------|-----|-----|--------|-----|-----|--------|-----|-----|--------|----|--|
| Diat.   | 148       | 14  | 23  | 70    | 24  | 20  | 36     | 14  | 27  | 23     | 64  | 39  | 54     | 34 |  |
| Chlor.  | 12        | 19  | 37  | 14    | 128 | 22  | 32     | 26  | 22  | 32     | 31  | 9   | 14     | 33 |  |
| Cyan.   | 61        | 511 | 548 | 281   | 661 | 383 | 339    | 227 | 304 | 79     | 147 | 324 | 23     | 72 |  |
| Dinofl. | 1         | -   | -   | 1     | -   | -   | -      | -   | -   | 3      | -   | -   | -      | -  |  |
| Chrys.  | 130       | 6   | 6   | 42    | 6   | 6   | 685    | 7   | 19  | 524    | 9   | 6   | 783    | 34 |  |
| Crypt.  | -         | -   | -   | -     | -   | -   | -      | 3   | -   | -      | 1   | -   | -      | -  |  |
| Silic.  | 1         | -   | -   | -     | -   | -   | -      | -   | -   | -      | -   | -   | -      | -  |  |
| Eugl.   | 1         | -   | -   | -     | -   | -   | -      | -   | -   | -      | -   | -   | -      | -  |  |

|         | 28. 9. 72 |    |     | 17. 10. |     |     |
|---------|-----------|----|-----|---------|-----|-----|
| Diat.   | 43        | 36 | 48  | 25      | 27  | 40  |
| Chlor.  | 1         | 80 | 83  | 44      | 134 | 134 |
| Cyan.   | 6         | 73 | 134 | 53      | 35  | 52  |
| Dinofl. | -         | -  | -   | -       | -   | -   |
| Chrys.  | 247       | 26 | 40  | 530     | 13  | 49  |
| Crypt.  | 2         | -  | 1   | -       | 2   | 1   |
| Silic.  | -         | -  | -   | -       | -   | -   |
| Eugl.   | 2         | 2  | -   | -       | -   | -   |

## Lebenslauf

Am 24. November 1938 wurde ich, Sten Schiemann, als Sohn des Arztes Dr. med. Heinz-Joachim Schiemann und seiner Ehefrau Liv, geb. Einersen, in Kiel geboren.

1944 wurde ich eingeschult und besuchte ab 1951 das Johanneum in Lübeck, wo ich 1959 das Reifezeugnis erhielt. Nach Ableistung des Wehrdienstes bei einer Luftwaffeneinheit in Hamburg begann ich im SS 1960 an der dortigen Universität ein Jurastudium, das, ab SS 1962 in Kiel, formell bis zum WS 1965/66 dauerte.

Im Sommersemester 1966 begann ich an der Universität von Freiburg i. Br. das Studium der Naturwissenschaften mit Botanik, Zoologie, Chemie und Physik. Vom WS 1966/67 ab führte ich das Studium in Kiel fort, später vor allem in den Fächern Meereskunde und Limnologie. Im Jahre 1970 fing ich unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. J. Krey am Institut für Meereskunde mit der Anfertigung vorliegender Dissertation an.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten: Aletse, Bohlken, Brauer, Dietrich, Grasshoff, Grewe, Halbsguth, Hempel, Herre, Heydemann, Illies, Korn, Krey, Kroebel, Lochte-Holtgreven, Martin, Mohr, Noodt, Ohle, Overbeck, Precht, Raabe, Remane, Remmert, Rudolph, Sander, Schlieper, Schuster, Schwenke, Siedler, Sioli, Stärk, Straka, Tischler, Thurow, Wilmanns, Zeitzschel.